NXEHTËSIA[90]

Siç e pamë, ka dy forma, në të cilat zhduket lëvizja mekanike, forca e gjallë. Forma e parë është shndërrimi i saj në energji mekanike potenciale, për shembull, me ngritjen e një peshe. Veçori e kësaj forme është jo vetëm se ajo mund të rishndërrohet në lëvizje mekanike, dhe në një lëvizje mekanike që ka po atë forcë të gjallë që kishte edhe lëvizja fillestare, por edhe se ajo është e aftë vetëm për këtë ndërrim forme. Energjia mekanike potenciale nuk mund të prodhojë kurrë nxehtësi ose elektricitet, pa kaluar më parë në lëvizje mekanike reale. Ky është, po të përdorim shprehjen e Klauziusit, një «proces i prapsueshëm».

Formën e dytë të zhdukjes së lëvizjes mekanike e shohim në fërkimin dhe në goditjen që dallohen midis tyre vetëm nga shkalla. Fërkimi mund të mendohet si një varg goditjesh të vogla që ndodhin njëra pas tjetrës dhe njëra pranë tjetrës; goditja mund të mendohet si një fërkim i përqëndruar në një vend dhe në një çast. Fërkimi është një goditje kronike, goditja është një fërkim i çastit. Këtu lëvizja mekanike që zhduket, zhduket *si e tillë*. Ajo nuk mund ta rivendosë drejtpërsëdrejti vetveten. Procesi nuk është drejtpërdrejt i prapësueshëm. Lëvizja mekanike u shndërrua në forma lëvizjeje me cilësi të ndryshme në nxehtësi, në elektricitet, në forma të lëvizjes molekulare.

Kështu që fërkimi dhe goditja na shpie nga lëvizja

e masave, që është objekti i mekanikës, në lëvizjen molekulare, që është objekti i fizikës.

Kur e kemi quajtur[*] fizikën mekanikë të lëvizjes molekulare, nuk është se s'e kemi pasur parasysh që kjo shprehje nuk përfshin aspak të gjithë fushën e fizikës së sotme. Përkundrazi. Lëkundjet e eterit që përbëjnë bazën e fenomeneve të dritës dhe të nxehtësisë rrezatuese, natyrisht, nuk janë lëvizje molekulare në kuptimin e sotëm të fjalës. Por efektet e tyre tokësore prekin para të gjithash molekulat: përthyerja e dritës, polarizimi i dritës etj. kushtëzohen nga struktura molekulare e trupave përkatës. Po kështu gati të gjithë shkencëtarët e mëdhenj e shikojnë tani elektricitetin si një lëvizje grimcash të eterit, e madje për nxehtësinë Klauziusi thotë se

> në «lëvizjet e atomeve të peshueshme» (sigurisht, më mirë do të ishte të thuhej: të molekulave) «...mund të marrë pjesë edhe eteri që ndodhet në trupin» («Teoria mekanike e nxehtësisë», vëll. I, f. 22).

Megjithatë, kur kemi të bëjmë me fenomenet elektrike dhe termike, përsëri na duhet para së gjithash të marrim parasysh lëvizjet molekulare; dhe nuk mund të jetë ndryshe, përderisa ne dimë kaq pak për eterin. Por kur të kemi përparuar aq sa të krijojmë mekanikën e eterit, atëherë në të, sigurisht, do të hyjnë edhe shumë nga ato gjëra që tani jemi të detyruar t'i përfshijmë në fizikën.

Për ato procese fizike, në të cilat struktura e molekulave ndryshon ose edhe shkatërrohet krejt, do të flasim më poshtë. Ato përbëjnë kalimin nga fizika në kimi.

Ndryshimi i formës së lëvizjes fiton liri të plotë vetëm me lëvizjen molekulare. Ndërsa brenda kufijve të mekanikës lëvizja e masave mund të marrë vetëm pak for-

---

[*] Shih F. *Engels*. «Anti-Dyring», bot. shqip, 1974, f. 71 si dhe këtë libër, f. 60, 65. *Red. Përkth.*

ma të tjera — nxehtësi ose elektricitet — këtu kemi një tablo krejt tjetër të ndryshimit të madh të formave: nxehtësia kthehet në elektricitet në çiftin termoelektrik, bëhet identike me dritën në një shkallë të caktuar rrezatimi, prodhon nga ana e vet përsëri lëvizjen mekanike; elektriciteti dhe magnetizmi, që formojnë një çift binjakësh si nxehtësia dhe drita, jo vetëm që shndërrohen në njëri-tjetrin, por shndërrohen edhe në nxehtësi edhe në dritë, si edhe në lëvizje mekanike. Dhe kjo ndodh në raporte mase aq të përcaktuara, saqë ne mund ta shprehim një sasi të dhënë të secilës nga këto forma të lëvizjes në çfarëdo formë tjetër — në kilogrammetra, në njësi nxehtësie, në volt[91] — dhe mund ta kthejmë çdo masë në një masë tjetër çfarëdo.

Zbulimi praktik i shndërrimit të lëvizjes mekanike në nxehtësi është aq i vjetër, saqë prej tij mund të llogaritet fillimi i historisë njerëzore. Çfarëdo zbulimi që të jetë bërë para tij, si shpikja e veglave dhe zbutja e kafshëve, vetëm kur mësuan të bënin zjarr me anë të fërkimit, njerëzit, për herë të parë, e deyruan një forcë joorganike të natyrës t'u shërbente atyre. Se ç'vrragë të thellë i la njerëzimit ky zbulim kolosal me një rëndësi gati të paçmueshme, këtë e tregojnë bestytnitë që ruhen edhe sot në popull. Shpikja e thikës prej guri, që ishte vegla e parë, përkujtohej edhe shumë kohë pasi u vunë në përdorim bronxi dhe hekuri: të gjitha flijimet fetare bëheshin me thika guri. Sipas gojëdhënës çifute, Jesus Navini pat dhënë urdhër që meshkujt e lindur në shkretëtirë të rrethpriteshin me thika guri[92]; keltët dhe gjermanët, kur bënin fli njerëz, përdornin vetëm thika guri. Por të gjitha këto ka kohë që janë harruar. Ndryshe është për zjarrin e prodhuar me anë të fërkimit. Edhe kur njerëzit gjetën mënyra të tjera për të prodhuar zjarrin, për një kohë të gjatë zjarri i shenjtë në shumicën e popujve duhej të prodhohej me anë të fërkimit. Edhe sot e kësaj dite në shumicën e vendeve evropiane është ruajtur besimi se zjarri çudibërës (për shembull, ndër ne, gjermanët, zjarri për nomatisjet kundër sëmundjeve të kafshëve) duhet të ndizet vetëm me anë të fërkimit. Kështu, edhe në kohën tonë kujtimi plot mirënjohje i fitores së parë të njeriut mbi natyrën vazhdon të rrojë në mënyrë gjysmë të pavetëdijshme në bestytnitë popullore, në mbeturinat e kujtimeve mitologjike pagane të popujve më të qytetëruar të botës.

Por procesi i prodhimit të zjarrit me anë të fërkimit ka ende një karakter të njëanshëm. Këtu lëvizja mekanike shndërrohet në nxehtësi. Që ky proces të jetë i plotë, duhet që ai të prapësohet: të shndërrohet nxehtësia në lëvizje mekanike. Vetëm atëherë dialektika e këtij procesi kënaqet plotësisht dhe një cikël i tij plotësohet, të paktën si fillim. Por historia ka rrjedhën e vet dhe sado që kjo rrjedhë në fund të fundit të ndjekë rrugën dialektike, prapëseprapë dialektikës shpeshherë i duhet ta presë për një kohë të gjatë historinë. Duhet të kenë kaluar shumë mijëra vjet që nga koha e zbulimit të mënyrës së prodhimit të zjarrit me anë të fërkimit e derisa Heroni nga Aleksandria (rreth vitit 120 para erës sonë) shpiku një makinë, e cila rrotullohej nga avulli që dilte prej saj. Pastaj kaluan gati edhe dy mijë vjet të tjerë derisa u ndërtua e para makinë me avull, e para pajisje që e shndërron nxehtësinë në lëvizje mekanike me të vërtetë të dobishme.

Makina me avull ishte e para shpikje me të vërtetë ndërkombëtare, gjë që nga ana e vet dëshmonte për një përparim historik shumë të madh. Makinën me avull e shpiku francezi Papen, por në Gjermani. Gjermani Lajbnic, i cili i mbillte poshtë e lart idetë e veta gjeniale pa e vrarë mendjen nëse do t'ia njihnin meritën e zbulimit të këtyre ideve atij apo të tjerëve, — Lajbnici, siç e dimë tani nga letërkëmbimi i Papenit (i botuar nga Gerlandi[93]), i shtiu

këtij ndër mend idenë themelore: përdorimin e cilindrit e të pistonit. Fill pas kësaj anglezët Severi e Njukomen shpikën makina të ngjashme; më në fund, bashkatdhetari i tyre Xhejms Uat, duke i shtuar një kondensator të veçantë, i dha në parim makinës me avull trajtën e sotme. Cikli i shpikjeve në këtë fushë mbaroi: u arrit shndërrimi i nxehtësisë në lëvizje mekanike. Të gjitha ato që u bënë më vonë ishin vetëm përsosje hollësish.

Kështu, praktika i dha zgjidhjen e vet çështjes së raporteve midis lëvizjes mekanike dhe nxehtësisë: ajo në fillim e shndërroi të parën në të dytën, dhe pastaj të dytën në të parën. Po si ka qenë puna me teorinë?

Mjaft keq. Megjithëse pikërisht në shekujt XVII dhe XVIII përshkrimet e panumërta të udhëtimeve të bëra në atë kohë ishin të mbushura me tregime për popujt e egër që nuk njihnin mënyrë tjetër për prodhimin e zjarrit përveç fërkimit, fizikanët pothuajse nuk u interesuan fare për këtë; të njëjtën mospërfillje ata treguan gjatë gjithë shekullit XVIII dhe në dhjetëvjetëshat e parë të shekullit XIX ndaj makinës me avull. Në shumicën e rasteve ata kufizoheshin vetëm me një regjistrim të thjeshtë të fakteve.

Më në fund, në vjetët 1820-1830 Sadi Karnoi u mor me këtë çështje dhe e përpunoi atë me shumë zotësi, kështu që përllogaritjet e tij më të mira, të cilat më vonë Klapeironi i paraqiti në formë gjeometrike, e kanë ruajtur vlerën e vet edhe sot e kësaj dite në veprat e Klauziusit e të Klerk Maksuellit. Karnoi arriti gati deri te thelbi i çështjes. Ajo që e pengoi ta zgjidhte plotësisht çështjen nuk qe mungesa e fakteve materiale, por vetëm e vetëm një *teori e gabuar*, nga e cila ai u nis, dhe një teori e gabuar që nuk u qe imponuar fizikanëve nga ndonjë filozofi tinzare, por që e patën trilluar ata vetë me mënyrën e tyre natyraliste të të menduarit, e cila, sipas tyre, qëndronte shumë më lart se mënyra e të menduarit e filozofisë metafizike.

Në shekullin XVII nxehtësia quhej — të paktën në Angli — si një veti e trupave,

si «*lëvizje** e një lloji të veçantë, natyra e së cilës nuk ka qenë shpjeguar kurrë në mënyrë të kënaqshme».

Kështu e quan atë T. Tomsoni dy vjet para zbulimit të teorisë mekanike të nxehtësisë («Skicë e shkencave të nxehtësisë dhe të elektricitetit», bot. i 2-të, Londër, 1840)[94]. Por në shekullin XVIII filloi të mbizotëronte përherë e më tepër pikëpamja se nxehtësia, si edhe drita, elektriciteti, magnetizmi është një lëndë e veçantë dhe se të gjitha këto lëndë të veçanta ndryshojnë nga materia e zakonshme ngaqë nuk kanë peshë, ngaqë janë të papeshueshme.

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

ELEKTRICITETI*

Elektriciteti, si edhe nxehtësia, në njëfarë mënyre gjendet kudo, vetëm se në një trajtë tjetër. Në Tokë nuk ndodh pothuajse asnjë ndryshim që të mos shoqërohet me këto ose ato fenomene elektrike. Kur avullon uji, kur digjet një flakë, kur dy metale të ndryshme ose me temperaturë të ndryshme, ose kur hekuri dhe një solucion sulfati të bakrit bien në kontakt etj., krahas fenomeneve fizike e kimike që bien më tepër në sy zhvillohen njëkohësisht edhe procese elektrike. Sa më me kujdes që t'i studiojmë fenomenet shumë të ndryshme të natyrës, aq më shpesh hasim gjurmë të elektricitetit. Por megjithëse elektriciteti ndodhet kudo, megjithëse këta pesëdhjetë vjetët e fundit atë po e detyrojnë gjithnjë më tepër t'i shërbejë njeriut në fushën e industrisë, thelbi i kësaj forme të lëvizjes ka mbetur shumë i errët. Rryma galvanike u zbulua afërsisht 25 vjet pas oksigjenit, dhe ky zbulim ka për teorinë e elektricitetit të paktën po atë rëndësi që ka zbulimi i oksigjenit për kiminë. E, megjithatë, sa i madh është ndryshimi që vihet re edhe në ditët tona midis këtyre dy fushave! Në kimi, sidomos falë zbulimit të peshave atomike nga Daltoni, shohim një rregull, një qëndrueshmëri relative të rezultateve tashmë të arritura dhe një mësymje pothuajse sistematike mbi fushat ende të papushtuara, e cila mund të krahasohet me rrethimin e rregullt të një kështjelle. Kurse në teorinë e elektricitetit ne ndodhemi përpara një grumbulli kaotik eksperimentesh të vjetra, të pasigurta, që as janë vërtetuar përfundimisht as janë hedhur poshtë përfundimisht, përpara një endjeje të pasigurt nëpër terr, kërkimesh e provash pa lidhje me njëra-tjetrën të shumë shkencëtarëve të veçantë, që sulmojnë në mënyrë të çrregullt, si një hordhi kalorësish nomadë, një fushë të panjohur. Dhe me të vërtetë, në fushën e elektricitetit pritet ende të bëhet një zbulim si ai i Daltonit, zbulim që t'i japë tërë shkencës një qendër dhe kërkimeve shkencore — një bazë të shëndoshë. Pikërisht kjo gjendje rrëmuje në teorinë e sotme të elektricitetit, që e bën tani për tani të pamundshme vendosjen e një teorie të përgjithshme, është shkaku kryesor që në këtë fushë sundon një empirizëm i njëanshëm, një empirizëm që, me sa mundet, ia ndalon vetë vetes të menduarit, i cili pikërisht për këtë arsye jo vetëm që mendon në mënyrë të gabuar, por nuk është as në gjendje t'i ndjekë me besnikëri faktet ose, të paktën, vetëm t'i paraqesë ato me besnikëri dhe i cili, kësisoj, shndërrohet në diçka që është krejt e kundërta e empirizmit të vërtetë.

Në qoftë se, në përgjithësi, është mirë t'u këshillohet atyre zotërinjve shkencëtarë, që s'lënë gjë pa thënë për spekulimet absurde *à priori* të filozofisë së natyrës në Gjermani, të lexojnë veprat teorike të fizikanëve të shkollës empirike, e jo vetëm ato që janë të kohës së tyre, por edhe të mëvonshme, kjo vlen veçanërisht për teorinë e

---

* Përsa u përket të dhënave në këtë kapitull jemi mbështetur kryesisht në veprën e Videmanit «Teoria e galvanizmit dhe e elektromagnetizmit», 2 vëll. në 3 libra, bot. i 2-të, Braunshvajg 1872-1874[95].

Në revistën «Nature» të 15 qershorit 1882 përmendet ky «traktat i mrekullueshëm, i cili në botimin që do të dalë së shpejti, me një shtojcë mbi elektrostatikën, ka për të qenë më i madhi nga të gjitha traktatet eksperimentale të deritanishme mbi elektricitetin»[96].

elektricitetit. Le të marrim një vepër të vitit 1840: «Skicë e shkencave të nxehtësisë dhe të elektricitetit» të Tomas Tomsonit. Dihet se plaku Tomson ka qenë një autoritet në kohën e vet; përveç kësaj, ai kishte në dorë një pjesë mjaft të madhe të veprave të Faradeit, studiuesit më të madh deri më sot në fushën e elektricitetit. E megjithatë në librin e tij ka të paktën po aq absurditete sa edhe në pjesën përkatëse, shumë më të hershme, të «Filozofisë së natyrës» të Hegelit. Kështu, për shembull, përshkrimi i shkëndijës elektrike do të mund të përkthehej drejtpërsëdrejti nga pjesa përkatëse e Hegelit. Që të dy ata përmendin me radhë të gjitha ato gjëra të çuditshme që donin të zbulonin në shkëndijën elektrike para se të njihej natyra e vërtetë dhe shumëllojshmëria e formave të ndryshme të saj dhe që, siç është vërtetuar tani, më të shumtën e herës janë raste të veçanta ose gabime. Përveç kësaj, në f. 416 Tomsoni tregon me seriozitetin më të madh përrallat e Desenjit se gjoja kur ngrihet barometri e bie termometri, qelqi, rrëshira, mëndafshi etj., të zhytur në zhivë, marrin një ngarkesë elektrike negative, kurse kur barometri bie e temperatura ngrihet, marrin ngarkesë elektrike pozitive; se gjoja ari e disa metale të tjera në verë, kur nxehen, ngarkohen me elektricitet pozitiv, dhe kur ftohen, — me elektricitet negativ, ndërsa në dimër ndodh e kundërta; se gjoja, kur presioni atmosferik është i lartë dhe kur fryn veriu, ata elektrizohen shumë — pozitivisht, kur ngrihet temperatura, negativisht — kur ajo bie, etj. Kështu i paraqet faktet Tomsoni. Sa për spekulimin *à priori*, Tomsoni na servir këtë teori të shkëndijës elektrike, autor i së cilës nuk është tjetërkush veçse vetë Faradei:

«Shkëndija është një shkarkim ose një dobësim i gjendjes së induksionit të polarizuar të shumë grimcave dielektrike në saje të një veprimi të veçantë të disave prej këtyre grimcave që zënë një hapësirë tepër të vogël e tepër të kufizuar. Faradei mendon se ato pak grimca, në të cilat bëhet shkarkimi, jo vetëm që shkëputen nga njëra-tjetra, por edhe hyjnë në një gjendje të veçantë jashtëzakonisht aktive *(highly exalted)*, d.m.th. se të gjitha forcat që i rrethojnë përqëndrohen njëra pas tjetrës mbi to dhe se, për këtë arsye, ato vihen në një gjendje përkatëse intensiteti, i cili, ndoshta, është i barabartë me intensitetin e atomeve që bashkohen kimikisht; se ato pastaj i shkarkojnë këto forca, siç shkarkojnë atomet forcat e veta, në një mënyrë të panjohur deri më sot, dhe ky është fundi i gjithë procesit *(and so the end of the whole)*. Efekti i fundit paraqitet krejt si të kishim në vend të grimcës që shkarkohet një grimcë metalike, dhe nuk është e pamundur që parimet e veprimit në të dy rastet të dalin ndonjëherë identike»[97]. «Këtë shpjegim të Faradeit, — shton Tomsoni, — e kam dhënë këtu me fjalët e tij, sepse nuk e kam kuptuar plotësisht».

Këtë mund ta thonë, pa dyshim, edhe të tjerë, po ashtu siç ndodh kur lexojnë te Hegeli se në shkëndijën elektrike «përbërja materiale e veçantë e trupit nën tension nuk hyn ende në procesin, por vetëm është përcaktuar në të në mënyrë elementare dhe si një shfaqje e shpirtit» dhe se elektriciteti është «zemërimi, mllefi që shfren vetë trupi», «Uni i zemëruar» i tij, që «shfaqet në çdo trup, kur e ngacmojnë» («Filozofia e natyrës», § 324, Shtojcë)[98]. E megjithatë ideja themelore te Hegeli dhe te Faradei është e njëjtë. Që të dy ngrihen kundër idesë se elektriciteti nuk është një gjendje e materies, por një materie e veçantë, më vete. E meqenëse elektriciteti në shkëndijën shfaqet, me sa duket, si diçka më vete, e lirë, e veçuar nga çdo substrat material i huaj, e megjithatë e perceptueshme nga shqiset, në gjendjen e atëhershme të shkencës ata duhej patjetër ta mendonin shkëndijën si formë të shfaqjes së vetëtimtë të një «force» që çlirohet për një çast nga çdo materie. Për ne enigma, natyrisht, është zgjidhur qëkurse kemi mësuar se në shkëndijën që shkarkohet midis elektrodave metalike kemi me të vërtetë një kalim «grimcash metalike» nga njëri elektrod në tjetrin dhe se, prandaj,

«përbërja materiale e veçantë e trupit nën tension» me të vërtetë «hyn në procesin».

Siç dihet, elektriciteti dhe magnetizmi, sikundër nxehtësia dhe drita, në fillim mendoheshin si materie të veçanta të papeshueshme. Për elektricitetin, siç dihet, u arrit shpejt në idenë se ka dy materie të kundërta, dy «lëngje», një pozitiv e një negativ, të cilat në gjendje normale neutralizojnë njëri-tjetrin, derisa veçohen prej njëri-tjetrit nga një e ashtuquajtur «forcë elektrike ndarëse». Në këtë rastin e fundit nga dy trupa njëri mund të ngarkohet me elektricitet pozitiv, tjetri — me elektricitet negativ. Po të bashkohen të dy këta trupa me ndihmën e një trupi të tretë, përcjellës, tensioni do të ekuilibrohej sipas rethanave: ose menjëherë, ose me anë të një rryme të vazhdueshme. Fenomeni i vendosjes së menjëhershme të ekuilibrit dukej shumë i thjeshtë e i kuptueshëm, por shpjegimi i rrymës paraqiste vështirësi. Në kundërshtim me hipotezën më të thjeshtë se në rrymën elektrike lëviz gjithnjë ose vetëm elektricitet pozitiv, ose vetëm elektricitet negativ, Fehneri dhe, në një formë më të zhvilluar, Veberi shprehën idenë se në një qark të mbyllur kalojnë gjithnjë përbri njëra-tjetrës dy rryma të barabarta elektriciteti pozitiv e negativ që rrjedhin në drejtime të kundërta nëpër kanale që ndodhen midis molekulave të peshueshme të trupave. Gjatë përpunimit matematik të hollësishëm të kësaj teorie Veberi arrin më në fund të shumëzojë një funksion — s'ka rëndësi se cilin, — me madhësinë $\frac{1}{r}$, ku $\frac{1}{r}$ tregon *«raportin midis njësisë së elektricitetit dhe miligramit»** (Videman, «Teoria e galvanizmit» etj., bot. i 2-të, lib. III, f. 569). Por raporti me një njësi peshe, natyrisht, nuk mund të jetë veçse një raport peshe. Pra, empirizmi i njëanshëm, duke u dhënë pas përllogaritjeve matematike, u çmësua aq shumë të mendonte, saqë elektricitetin e papeshueshëm e bën këtu të peshueshëm dhe peshën e tij e fut në përllogaritjet matematike.

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

Formulat e nxjerra nga Veberi kishin vlerë vetëm brenda caqesh të caktuara; dhe ja Helmholci disa vjet më parë, duke u nisur nga këto formula, arriti me anë llogaritjesh në rezultate që janë në kundërshtim me ligjin e ruajtjes së energjisë. Përballë hipotezës së Veberit mbi rrymën e dyfishtë me drejtime të kundërta K. Nojmani vuri më 1871 një hipotezë tjetër, sipas së cilës nëpër rrymë lëviz vetëm njëri nga dy elektricitetet, për shembull, elektriciteti pozitiv, ndërsa tjetri, elektriciteti negativ, qëndron i lidhur ngushtë me masën e trupit. Për këtë te Videmani gjejmë vërejtjen që vijon:

«Kjo hipotezë mund të bashkohej me hipotezën e Veberit, po t'i shtohej rrymës së dyfishtë të masave elektrike $\pm \frac{1}{2} e$ që rrjedhin në drejtime të kundërta, siç supozon Veberi, edhe një *rrymë elektriciteti asnjanës**, pa veprim të jashtëm, që merr me vete në drejtim të rrymës pozitive masat elektrike $\pm \frac{1}{2} e$» (libri III, f. 577).

Edhe ky pohim është prapë karakteristik për empirizmin e njëanshëm. Përgjithësisht, që të rrjedhë elektriciteti, atë e zbërthejnë në elektricitet pozitiv e negativ. Por të gjitha orvajtjet për ta shpjeguar rrymën elektrike duke u nisur nga këto dy materie hasin në vështirësi. Dhe kjo vlen njëlloj si për hipotezën se rryma elektrike ka gjithnjë vetëm një nga këto materie, ashtu edhe për hipotezën se të dyja materiet rrjedhin njëkohësisht në drejtime të kundërta, dhe, më në fund, edhe për hipotezën e

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

tretë, se njëra materie rrjedh, kurse tjetra mbetet në qetësi. Po t'i përmbahemi kësaj hipoteze të fundit, atëherë si do t'ia shpjegojmë vetes idenë e pashpjegueshme se elektriciteti negativ, i cili është mjaft i lëvizshëm në makinën elektrike dhe në shishen e Lejdës, në rrymën elektrike qëndruaka i lidhur ngushtë me masën e trupit? Shumë thjesht. Krahas rrymës pozitive $+e$, që rrjedh nëpër fill djathtas, dhe rrymës negative $-e$, që rrjedh majtas, ne supozojmë edhe një rrymë të tretë elektriciteti asnjanës $\pm\frac{1}{2}e$, që rrjedh djathtas. Në këtë mënyrë ne në fillim supozojmë se që të dy elektricitetet përgjithësisht mund të rrjedhin vetëm në rast se janë të ndara nga njëri-tjetri; ndërsa për shpjegimin e fenomeneve që vihen re në rrjedhjen e dy elektriciteteve të ndara, ne supozojmë se ato mund të rrjedhin edhe pa qenë të ndara nga njëri-tjetri. Në fillim bëjmë një hipotezë për të shpjeguar një fenomen të caktuar dhe që në vështirësinë e parë që hasim bëjmë një hipotezë tjetër, që e hedh poshtë drejtpërsëdrejti të parën. Si duhet të jetë filozofia, që këta zotërinj të kenë sadopak të drejtë të ankohen për të?

Por krahas kësaj pikëpamjeje mbi elektricitetin si një lloj materieje të veçantë, shpejt doli edhe një pikëpamje tjetër, sipas së cilës ai është një gjendje e thjeshtë e trupave, një «forcë», ose, siç do të thoshim tani, një formë e veçantë e lëvizjes. Më sipër pamë se Hegeli e më vonë Faradei kishin po këtë pikëpamje. Pasi zbulimi i ekuivalentit mekanik të nxehtësisë e fshiu përfundimisht konceptin e një «lënde kalorike» të veçantë dhe provoi se nxehtësia është një lëvizje molekulare, hapi tjetër qe zbatimi i një metode të re edhe për studimin e elektricitetit dhe përpjekja për të përcaktuar ekuivalentin mekanik të tij. Kjo u arrit plotësisht. Veçanërisht eksperimentet e Xhoullit, të Favrit dhe të Raulit jo vetëm që përcaktuan ekuivalentin mekanik dhe atë termik të së ashtuquajturës «forcë elektrolëvizore» të rrymës galvanike, por vërtetuan edhe ekuivalencën e saj të plotë me energjinë e çliruar nga proceset kimike në pilën galvanike ose të konsumuar prej tyre në enën elektrolitike. Kjo bëri që të shembej gjithnjë më tepër çdo bazë për hipotezën se elektriciteti qenka një lëng material i veçantë.

Por analogjia midis nxehtësisë dhe elektricitetit prapëseprapë nuk ka qenë e plotë. Rryma galvanike ndryshonte ende në pika shumë të rëndësishme nga përcjellshmëria e nxehtësisë. Nuk mund të thuhej ende se *ç'gjë* lëviz pikërisht në trupat e ngarkuar me elektricitet. Hipoteza e lëkundjeve të thjeshta molekulare, si në rastin e nxehtësisë, këtu dukej e pamjaftueshme. Me shpejtësinë kolosale që ka elektriciteti, shpejtësi që ia kalon edhe asaj të dritës[99], ishte ende e vështirë të hiqje dorë nga ideja se midis molekulave të trupit këtu lëviz diçka materiale. Pikërisht atëherë dolën teoritë më moderne, ajo e Klerk Maksuellit (1864), e Hankelit (1865), e Renarit (1870) dhe e Edlundit (1872) që përputhen me hipotezën e shprehur për të parën herë nga Faradei që më 1846 se elektriciteti është lëvizje e një ambienti elastik që mbush gjithë hapësirën e që, si pasojë, përshkon të gjithë trupat, ambient, grimcat diskrete të të cilit dëbohen në përpjesëtim të zhdrejtë me katrorin e largësisë; me fjalë të tjera, se elektriciteti është lëvizja e grimcave të eterit dhe se molekulat e trupave marrin pjesë në këtë lëvizje. Teoritë e ndryshme e paraqesin në mënyra të ndryshme karakterin e kësaj lëvizjeje; teoritë e Maksuellit, të Hankelit dhe të Renarit, duke u mbështetur në kërkimet më të fundit mbi lëvizjet shakullore, e shpjegojnë atë, secila në mënyrën e vet, gjithashtu me anën e shakujve. Dhe kështu shakullina e plakut Dekart po gjen përsëri një vend të nderuar në fusha gjithnjë të reja të dijes. Nuk po hyjmë këtu në hollësitë e këtyre teorive. Ato ndryshojnë shumë nga njëra-tjetra

dhe me siguri do të pësojnë edhe shumë përmbysje të tjera. Por në koncepsionin e përbashkët që është në themel të të gjitha këtyre teorive vihet re një përparim vendimtar: ideja se elektriciteti është një lëvizje e grimcave të eterit të ndritshëm që përshkon gjithë materien e peshueshme, lëvizje që vepron mbi molekulat e trupave. Kjo ide pajton midis tyre të dy koncepsionet e mëparshme. Sipas saj, në fenomenet elektrike lëviz me të vërtetë diçka materiale, e ndryshme nga materia e peshueshme. Por ky element material nuk është vetë elektriciteti. Ka më tepër të ngjarë të jetë e kundërta, elektriciteti është me të vërtetë një formë lëvizjeje, ndonëse jo e një lëvizjeje imediate të drejtpërdrejtë, e materies së peshueshme. Teoria e eterit tregon, nga njëra anë, rrugën për t'u çliruar nga hipoteza e vjetër dhe trashanike e dy lëngjeve elektrike të kundërta; nga ana tjetër, ajo na jep shpresë për të sqaruar se *ç'gjë* përbën në të vërtetë substratin material të lëvizjes elektrike, *ç'gjë* shkakton në të vërtetë me lëvizjen e vet fenomenet elektrike.

Teoria e eterit ka pasur tashmë *një* sukses të pamohueshëm. Siç dihet, ka të paktën një pikë, në të cilën elektriciteti e ndryshon drejtpërsëdrejti lëvizjen e dritës: ai bën që të rrotullohet rrafshi i polarizimit të saj. Klerk Maksuelli, duke u mbështetur në teorinë e vet të përmendur më sipër, ka llogaritur se konstantja dielektrike specifike e një trupi është e barabartë me katrorin e treguesit të tij të përthyerjes së dritës. Bolcmani studioi trupa të ndryshëm jopërcjellës përsa i përket konstantes së tyre dielektrike dhe gjeti se për squfurin, për kolofonin dhe për parafinën rrënja katrore e kësaj konstanteje është e barabartë me treguesin e tyre të përthyerjes së dritës. Shtëmëngia më e madhe që vihet re këtu — për squfurin — nuk ka qenë veçse 4%. Në këtë mënyrë, teoria e eterit, posaçërisht ajo e Maksuellit, u vërtetua në mënyrë eksperimentale.

Por do të duhet edhe shumë kohë e punë derisa me ndihmën e eksperimenteve të reja të nxirret një bërthamë

e fortë prej këtyre hipotezave që bien në kundërshtim me njëra-tjetrën. Dhe deri atëherë ose derisa edhe teorisë së eterit t'ia zërë vendin ndonjë teori krejt e re, teoria e elektricitetit ndodhet në një gjendje të papëlqyer ngaqë është e shtrënguar të përdorë një terminologji që vetë e quan të gabuar. E gjithë terminologjia e saj mbështetet ende mbi idenë e dy lëngjeve elektrike. Ajo flet ende pa asnjë druajtje për «masa elektrike që rrjedhin nëpër trupat», për «ndarje të elektriciteteve në çdo molekulë», etj. Në një pjesë të madhe kjo e keqe rrjedh, siç është thënë, në mënyrë të pashmangshme nga gjendja e sotme kalimtare e shkencës; por ajo gjithashtu, me empirizmin e njëanshëm që sundon pikërisht në këtë degë të dijes, nga ana e vet, ndihmon mjaft në ruajtjen e atij konfuzioni idesh që ka mbretëruar deri më sot.

Sa për kontradiktën midis të ashtuquajturit elektricitet statik (ose elektricitet fërkimi) dhe elektricitet dinamik (ose galvanizmit), ajo mund të quhet e zgjidhur qëkurse njerëzit u mësuan të prodhojnë rryma të vazhdueshme me anë të makinës elektrike dhe, anasjelltas, të prodhojnë me anë të rrymës galvanike të ashtuquajturin elektricitet statik, të ngarkojnë shishet e Lejdës etj. Po e lëmë mënjanë këtu elektricitetin statik si edhe magnetizmin, që shikohet tani gjithashtu si një nënformë e elektricitetit. Shpjegimi teorik i fenomeneve që hyjnë këtu sidoqoftë duhet kërkuar në teorinë e rrymës galvanike; prandaj po ndalemi kryesisht në këtë të fundit.

Rryma e vazhdueshme mund të prodhohet me mënyra të ndryshme. Lëvizja mekanike e masave prodhon aty për aty, *drejtpërsëdrejti*, me anë të fërkimit, vetëm elektricitet statik; për të prodhuar në këtë mënyrë rrymë të vazhdueshme, duhet një harxhim shumë i madh joprodhues energjie; që kjo lëvizje, të paktën në pjesën më të madhe, të shndërrohet në lëvizje elektrike, asaj i duhet ndërmjetësimi i magnetizmit, si në makinat magneto-elek-

trike të njohura të Gramit, të Simensit etj. Nxehtësia mund të shndërrohet drejtpërsëdrejti në rrymë elektrike, si, për shembull, në vendin e saldimit të dy metaleve të ndryshme. Energjia e çliruar nga veprimi kimik, që, në rrethana të zakonshme, shfaqet në formën e nxehtësisë, shndërrohet në kushte të caktuara në lëvizje elektrike. Anasjelltas, kjo e fundit, në kushtet përkatëse, shndërrohet në çfarëdo forme tjetër të lëvizjes: në lëvizje masash (në një shkallë të vogël drejtpërsëdrejti në rastin e tërheqjes dhe të dëbimit elektrodinamik; në përpjesëtime të mëdha, përsëri më anë të magnetizmit, në motorët elektromagnetikë); në nxehtësi — kudo në qarkun e mbyllur të rrymës, mjafton që të mos ndodhin shndërrime të tjera; në energji kimike — në enët elektrolitike dhe në voltametrat e kyçur në qark, ku rryma shpërbën komponime të tilla, të cilave s'ke ç'u bën me tjetër mënyrë.

Në të gjitha këto shndërrime mbetet në fuqi ligji themelor i ekuivalencës sasiore të lëvizjes në të gjitha format që merr ajo. Ose, siç shprehet Videmani, «sipas ligjit të ruajtjes së forcës, puna mekanike e përdorur në ndonjë mënyrë për prodhimin e rrymës duhet të jetë ekuivalente me punën që lypset për prodhimin e të gjitha efekteve të rrymës» [lib. III, f. 472]. Gjatë shndërrimit të lëvizjes së masave ose të nxehtësisë në elektricitet* këtu nuk del asnjë vështirësi: është provuar se e ashtuquajtura «forcë elektrolëvizore» është e barabartë në rastin e parë me punën e harxhuar për prodhimin e kësaj lëvizjeje dhe në rastin e dytë «në çdo pikë saldimi të pilës termoelektrike është në përpjesëtim të drejtë me temperaturën absolute të saj» (Videman, lib. III, f. 482), d.m.th. përsëri është në përpjesëtim me sasinë e nxehtësisë që ka çdo pikë saldimi të matur në njësi absolute. Është provuar se ky ligj vlen edhe për elektricitetin e prodhuar nga energjia kimike. Por këtu puna nuk është aq e thjeshtë, të paktën nga pikëpamja e teorisë që mbizotëron në kohën tonë. Prandaj le ta shikojmë pak më me vëmendje këtë çështje.

* Po e përdor fjalën «elektricitet» në kuptimin e lëvizjes elektrike me po aq të drejtë sa ç'përdoret fjala «nxehtësi» për të treguar atë formë të lëvizjes që ne e ndiejmë me anë të shqiseve tona si nxehtësi. Kjo nuk duhet të ngjallë asnjë kundërshtim, aq më tepër që këtu është përjashtuar qysh më parë çdo mundësi ngatërrimi me gjendjen e *tensionit* elektrik.

Një nga seritë më të mrekullueshme të eksperimenteve në lidhje me shndërrimet e formave të lëvizjes, që mund të bëhen me ndihmën e një pile galvanike, është ajo e Favrit (1857-1858)[100]. Ai vuri në një kalorimetër një pilë të Smiut prej pesë elementesh; në një kalorimetër tjetër vuri një motor të vogël elektromagnetik, boshti kryesor dhe pulexha e të cilit dilnin jashtë, që të mund të përdoreshin për çfarëdo veprimi mekanik. Sa herë që në pilë çlirohej një gram hidrogjen, *resp.** sa herë që treteshin 32,6 gramë zink (ekuivalenti kimik i mëparshëm i zinkut i shprehur në gram, i barabartë me gjysmën e peshës atomike të pranuar tani 65,2) viheshin re këto rezultate:

A. Pila në kalorimetër ndodhet në qark të mbyllur, motori është çkyçur nga qarku: prodhohet një nxehtësi prej 18 682, *resp.* prej 18 674 njësish.

B. Pila dhe motori janë lidhur në të njëjtin qark, por motori është bllokuar: në pilë prodhohen 16 448 njësi nxehtësie, në motor — 2 219, gjithsej — 18 667 njësi.

C. Si në B, por motori është në lëvizje, vetëm se nuk ngre ndonjë peshë: nxehtësia në pilë — 13 888, në motor — 4 769, gjithsej — 18 657 njësi.

D. Si në C, vetëm se motori ngre një peshë dhe bën kështu një punë mekanike të barabartë me 131,24 kilogrammetra: nxehtësia në pilë — 15 427, në motor — 2 947, gjithsej — 18 374 njësi; humbja në krahasim me madhësinë e treguar më sipër prej 18 682 njësish është 308 njësi

* — *respective* — përkatësisht. *Red.*

nxehtësie. Por puna mekanike e bërë prej 131,24 kilogrammetrash e shumëzuar me 1 000 (për t'i kthyer gramët e rezultatit kimik në kilogram) dhe e pjesëtuar me ekuivalentin mekanik të nxehtësisë, që është 423,5 kilogrammetra[101], na jep 309 njësi nxehtësie, d.m.th. na jep me saktësi diferencën e mësipërme si ekuivalent termik të punës mekanike të kryer.

Pra, ekuivalenca e lëvizjes në të gjitha shndërrimet e saj është provuar në mënyrë bindëse edhe për lëvizjen elektrike, — brenda caqeve të gabimeve që janë të pashmangshme në eksperimentet. Është provuar gjithashtu se «forca elektrolëvizore» e pilës galvanike nuk është gjë tjetër veçse energji kimike e shndërruar në elektricitet dhe se vetë pila nuk është gjë tjetër veçse një pajisje, një aparat që e shndërron energjinë kimike të çliruar në elektricitet, sikundër makina me avull shndërron në lëvizje mekanike nxehtësinë që i jepet, dhe në të dyja rastet aparati që kryen shndërrimin nuk shton nga ana e vet ndonjë energji të re.

Por këtu lidhur me pikëpamjet tradicionale lind një vështirësi. Sipas këtyre pikëpamjeve, pila, me anë të kontaktit midis lëngjeve e metaleve në të, ka një *«forcë elektrike ndarëse»*, e cila është në përpjesëtim me forcën elektrolëvizore dhe e cila, si pasojë, përfaqëson për një pilë të dhënë një sasi të caktuar energjie. Ç'lidhje ka ky burim energjie, që, sipas pikëpamjeve tradicionale, është veçori e vetë pilës si e tillë, pavarësisht nga çfarëdo veprimi kimik, ç'lidhje ka kjo forcë elektrike ndarëse me energjinë që çlirohet nga veprimi kimik? Dhe në qoftë se ajo është një burim energjie i pavarur nga veprimi kimik, atëherë nga del energjia që jep ajo?

Kjo çështje, e shtruar në një formë pak a shumë të errët, përbën pikën e sherrit midis teorisë së kontaktit, të themeluar nga Volta, dhe teorisë kimike të rrymës galvanike, që doli fill pas saj.

Teoria e kontaktit e shpjegonte rrymën me tensionet

elektrike që lindin në pilë nga kontakti i metaleve me një ose me disa lëngje ose vetëm i lëngjeve midis tyre dhe me neutralizimin e tyre, *resp.* me neutralizimin, në qarkun e mbyllur, e tensioneve të elektriciteteve të kundërta të ndara në këtë mënyrë. Ndryshimet kimike që lindin në këtë rast shikoheshin nga teoria e kulluar e kontaktit si diçka krejt e dorës së dytë. Në kundërshtim me këtë Riteri qysh më 1805 thoshte se rryma mund të lindë vetëm në rast se nxitësit e saj veprojnë kimikisht mbi njëri-tjetrin edhe *para* se të mbyllet qarku. Në vija të përgjithshme Videmani (lib. I, f. 784) e përmbledh këtë teori kimike të vjetër në këtë mënyrë: Sipas saj, i ashtuquajturi elektricitet kontakti

«mund të shfaqet vetëm në rast se njëkohësisht ka një veprim kimik reciprok real të trupave që janë në kontakt me njëri-tjetrin ose një prishje të ekuilibrit kimik qoftë edhe të palidhur drejtpërsëdrejti me proceset kimike, një «tendencë për veprim kimik» midis trupave».

Siç e shohim, çështja e burimit të energjisë së rrymës galvanike shtrohet nga të dyja palët në mënyrë krejt të tërthortë, dhe zor se mund të ndodhte ndryshe në ato kohë. Volta dhe pasardhësit e tij e shikonin si diçka krejt të natyrshme që kontakti i thjeshtë i trupave heterogjenë të prodhonte rrymë të vazhdueshme, pra, të bënte një punë të caktuar pa shpërblim. Edhe Riteri me pasuesit e vet nuk kishin ndonjë ide më të qartë në lidhje me çështjen se si veprimi kimik mund ta bënte pilën që të prodhonte rrymën dhe punën që kjo kryen. Por në qoftë se për teorinë kimike kjo pikë është sqaruar prej kohësh në veprat e Xhoullit, të Favrit, të Raulit etj., teoria e kontaktit, përkundrazi, vazhdon të qëndrojë në gjendjen e mëparshme. Me aq sa është ruajtur, ajo në thelb nuk ka hequr dorë nga pika prej së cilës është nisur. Kështu që në teorinë e sotme të elektricitetit ka ende mendime që i përkasin një epoke të perënduar prej kohësh, kur njerëzit de-

tyroheshin të mjaftoheshin që çdo veprim ta shpjegonin me të parin shkak që dukej si i tillë e që mund të kapej në sipërfaqe edhe sikur të dilte se lëvizja lindte nga hiçi, d.m.th. vazhdon të ketë mendime që bien krejt në kundërshtim me ligjin e ruajtjes së energjisë. Asgjë nuk ndreqet ngaqë këtyre mendimeve u heqin anët më të dobëta, i zbusin, i hollojnë, i tredhin, i zbukurojnë: ngatërresa bëhet edhe më e madhe.

Siç e kemi parë, edhe teoria kimike e vjetër e rrymës e quan kontaktin në pilë krejt të domosdoshëm për prodhimin e rrymës; vetëm se ajo thotë që ky kontakt nuk mund të japë kurrë rrymë të vazhdueshme pa një veprim kimik të njëkohshëm. Dhe në kohën tonë kuptohet vetiu se kontaktet e vendosura në pilë përbëjnë pikërisht aparatin me ndihmën e të cilit energjia kimike e çliruar shndërrohet në elektricitet dhe se nga vendosja e këtyre kontakteve varet kryesisht nëse energjia kimike do të shndërrohet me të vërtetë në lëvizje elektrike apo jo dhe ç'sasi e saj pikërisht do të shndërrohet.

Videmani, si empirik i njëanshëm që është, mundohet të shpëtojë gjithçka që mund të shpëtohet nga teoria e vjetër e kontaktit. Le t'i ndjekim përpjekjet e tij në këtë drejtim.

«Ndonëse veprimi i kontaktit i trupave kimikisht indiferentë», — thotë Videmani (lib. I, f. 799), — «për shembull i metaleve, *nuk është i domosdoshëm**, siç pandehnin më parë, *për teorinë e pilës** dhe as vërtetohet me faktin që *Omi* nxori prej saj ligjin e vet (i cili mund të nxirrej edhe pa këtë hipotezë) dhe që *Fehneri*, i cili e vërtetoi në mënyrë eksperimentale këtë ligj, gjithashtu mbronte teorinë e kontaktit, prapëseprapë nuk mund të mohohet, të paktën pas eksperimenteve që janë bërë deri më sot, prodhimi i elektricitetit me anë të kontaktit të *metaleve**, edhe në qoftë se rezultatet e arritura në këtë drejtim nga pikëpamja sasiore do të vuajnë gjithnjë nga njëfarë pasigurie të pashmangshme, për shkak të pamundësisë që të ruhet krejt e pastër sipërfaqja e trupave në kontakt».

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

Shohim se teoria e kontaktit është bërë shumë modeste. Ajo e pranon se nuk është krejt e domosdoshme për shpjegimin e rrymës dhe se ajo nuk është vërtetuar as teorikisht nga Omi as eksperimentalisht nga Fehneri. Ajo pranon madje se të ashtuquajturat eksperimente themelore, që janë të vetmet ku ajo mund të mbështetet ende, nga ana sasiore mund të japin gjithnjë vetëm rezultate të pasigurta, dhe kërkon, më në fund, prej nesh vetëm një gjë: që ne të pranojmë se në përgjithësi në saje të kontaktit — qoftë edhe vetëm të *metaleve!* — përftohet lëvizje elektrike.

Po të kufizohej vetëm me kaq teoria e kontaktit, kundër saj nuk do të mund të thuhej asnjë fjalë. Me të vërtetë, duhet pranuar patjetër se, kur vihen në kontakt dy metale, ndodhin fenomene elektrike, me ndihmën e të cilave mund të bësh që të dridhet një këmbë bretkose e preparuar, të ngarkohet një elektroskop dhe të shkaktohen lëvizje të tjera. E vetmja çështje që del këtu para së gjithash është: nga vjen energjia e nevojshme për këtë punë?

Për t'iu përgjigjur kësaj pyetjeje, ne duhet, sipas Videmanit (libri I, f. 14),

«të bëjmë *afërsisht këto** arsyetime: në qoftë se pllakat *A* dhe *B* prej metalesh të ndryshme i afrojmë shumë, ato e tërheqin njëra-tjetrën me anë të forcave të adezionit. Kur takohen, ato e humbin forcën e gjallë të lëvizjes që u është komunikuar nga kjo tërheqje. (Po të supozojmë se molekulat e metaleve janë në një gjendje vibracioni të vazhdueshëm, këtu *mund** të ndodhte edhe një ndryshim i vibracioneve të tyre me humbje force të gjallë, në qoftë se kur bien në kontakt metalet e ndryshme takohen me njëra-tjetrën molekula me periudha lëkundjeje të ndryshme.) *Një pjesë e madhe** e forcës së gjallë të humbur kthe-

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

het në nxehtësi. Por *një pjesë e vogël** e saj shërben për t'i ndarë në një mënyrë tjetër dy elektricitetet, që përpara ishin të pandara. Siç u përmend më sipër, trupat e afruar midis tyre ngarkohen me sasi të barabarta elektriciteti pozitiv e negativ, *ndoshta**, me anë të një tërheqjeje të pabarabartë për të dy elektricitetet».

Modestia e teorisë së kontaktit bëhet gjithnjë më e madhe. Në fillim ajo pranon se forca e madhe elektrike ndarëse, e cila më vonë duhet të bëjë një punë aq vigane, nuk ka në vetvete asnjë energji të vetën dhe se ajo nuk mund të funksionojë derisa të mos i komunikohet energji nga jashtë. E pastaj i caktohet një burim fare i vogël energjie — forca e gjallë e adezionit, e cila vepron vetëm në një largësi fare të vogël që mezi mund të matet dhe e cila i bën trupat të përshkojnë një rrugë po aq të vogël, që mezi mund të matet. Por kjo nuk ka rëndësi: ajo pa dyshim ekziston dhe gjithashtu pa dyshim zhduket kur bëhet kontakti. Por edhe ky burim minimal jep ende tepër energji për qëllimin tonë: një pjesë *e madhe* e energjisë që jep ai kthehet në nxehtësi dhe vetëm një pjesë *e vogël* e saj bën që të lindë forca elektrike ndarëse. Ndonëse, siç dihet, në natyrë ka mjaft shembuj që tregojnë se impulse fare të vogla japin efekte kolosale, siç duket, edhe vetë Videmani e ndien se burimi i tij i energjisë, që mezi rrjedh pikë-pikë, këtu është krejt i pamjaftueshëm, prandaj ai mundohet të gjejë ndonjë burim të dytë të mundshëm të saj në një interferencë hipotetike të vibracioneve molekulare të të dy metaleve në sipërfaqet e kontaktit të tyre. Por pa folur për vështirësitë e tjera që hasim këtu, Grovi dhe Gasioti, siç na tregon për këtë vetë Videmani një faqe më sipër, kanë vërtetuar se për prodhimin e elektricitetit nuk është i domosdoshëm kontakti real. Me një fjalë, sa

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

më tepër që të ndalemi te burimi i energjisë së forcës elektrike ndarëse, aq më tepër shteron ai.

E megjithatë deri tani ne nuk njohim pothuajse asnjë burim tjetër për prodhimin e elektricitetit me anë të kontaktit midis metaleve. Sipas Naumanit («Kimia e përgjithshme dhe fizike», Hajdelberg, 1877, f. 675), «forcat elektrolëvizore të kontaktit e shndërrojnë nxehtësinë në elektricitet»; ai mendon se «është e natyrshme të supozohet se aftësia që kanë këto forca për të prodhuar lëvizje elektrike mbështetet në sasinë ekzistuese të nxehtësisë ose, me fjalë të tjera, është funksion i temperaturës», gjë që na qenka vërtetuar në mënyrë eksperimentale edhe nga Lërui. Edhe këtu mbetemi krejt në terr. Ligji i serisë voltaike të metaleve nuk na lejon ta përmbledhim tërë çështjen në proceset kimike që ndodhin vazhdimisht në përpjesëtime të vogla në sipërfaqet e kontaktit të mbuluara gjithnjë prej një shtrese të hollë ajri e uji të papastër, që me mjetet tona nuk mund të mënjanohet, d.m.th. ai nuk na lejon ta shpjegojmë prodhimin e elektricitetit me praninë e një elektroliti aktiv të padukshëm midis sipërfaqeve të kontaktit. Elektroliti do të duhej të prodhonte në qarkun e mbyllur rrymë të vazhdueshme; kurse elektriciteti i prodhuar nga kontakti i thjeshtë i metaleve zhduket me t'u mbyllur qarku. Pikërisht këtu ne vijmë në pikën më thelbësore: a është e aftë ta shpjegojë formimin e rrymës së vazhdueshme me anë të kontaktit të trupave kimikisht indiferentë ajo «forcë elektrike ndarëse», të cilën vetë Videmani në fillim e kufizoi me metalet dhe e quajti të paaftë për të prodhuar punë, në qoftë se nuk i vjen energji nga jashtë, e pastaj e përmblodhi vetëm në një burim fare mikroskopik energjie, dhe në qoftë se është në gjendje ta shpjegojë këtë, atëherë në ç'mënyrë?

Në serinë voltaike metalet janë renditur në një mënyrë të tillë që secili prej tyre është elektronegativ ndaj

paraardhësit dhe elektropozitiv ndaj pasardhësit. Prandaj, po të vendosim sipas këtij rendi një varg copërash metalike, për shembull, zink, kallaj, hekur, bakër, platin, ne do të kemi në të dyja skajet tensione elektrike. Por në qoftë se e vëmë këtë varg metalesh në një qark të mbyllur në një mënyrë të tillë që të takojnë edhe zinkun me platinin, tensioni menjëherë neutralizohet dhe zhduket. «Pra, në një qark të mbyllur trupash që bëjnë pjesë në serinë voltaike nuk mund të formohet rrymë elektrike e vazhdueshme» [lib. I, f. 45].

Videmani e mbështet këtë tezë edhe në arsyetimin teorik që vijon:

«Me të vërtetë, po të lindte në qark një rrymë elektrike e vazhdueshme, ajo do të prodhonte në vetë përcjellësit metalikë nxehtësi, e cila nuk do të zhdukej veçse me ftohjen e pikave ku takohen metalet. Sidoqoftë, këtu do të kishte një shpërndarje të pabarabartë të nxehtësisë; dhe po kështu rryma do të mund të vinte në veprim vazhdimisht, pa marrë energji nga jashtë, një motor elektromagnetik dhe të bënte kështu punë, gjë që është e pamundur, sepse në rast se metalet bashkohen në mënyrë që të mos lëvizin, për shembull me anë të saldimit, as në pikat e kontaktit nuk do të mund të kishte më kurrfarë ndryshimesh të tilla, të cilat ta kompensonin këtë punë» [libri I, f. 44-45].

Por duke mos u mjaftuar me vërtetimin teorik dhe eksperimental të faktit se elektriciteti i kontaktit i metaleve vetëm nuk mund të prodhojë rrymë, Videmani, siç do të shohim, e ndien veten të detyruar të dalë me një hipotezë të veçantë për ta mënjanuar veprimin e tij edhe atje ku ai, ndoshta, do të mund të shfaqej në formë rryme.

Prandaj le të kërkojmë një rrugë tjetër për të arritur nga elektriciteti i kontaktit te rryma. Le të përfytyrojmë së bashku me Videmanin

«dy metale, të themi një shufër zinku e një bakri, të salduara bashkë në njërin skaj; le të përfytyrojmë pastaj se skajet e tyre të lira janë bashkuar me anë të një trupi të tretë, i cili *nuk* ushtron veprim elektrolëvizor mbi dy metalet, por vetëm përcjell elektricitetet e kundërta të grumbulluara në sipërfaqet e tyre, në mënyrë që ato të neutralizohen në të. Në këtë rast forca elektrike ndarëse do ta rivendoste vazhdimisht diferencën e mëparshme të tensioneve, duke krijuar kështu në qarkun një rrymë elektrike të vazhdueshme, e cila do të mund të bënte punë pa asnjë shpërblim, gjë që përsëri është e pamundur. Prandaj nuk mund të ketë asnjë trup që vetëm ta përcjellë elektricitetin pa ushtruar një veprim elektrolëvizor ndaj trupave të tjerë [lib. I, f. 45].

Në këtë mënyrë ne mbetemi aty ku ishim: pamundësia për ta krijuar lëvizjen na e mbyll përsëri rrugën. Ne s'kemi për të krijuar kurrë rrymë me ndihmën e kontaktit të trupave kimikisht indiferentë, d.m.th. me ndihmën e elektricitetit të kontaktit të mirëfilltë. Le të kthehemi edhe një herë prapa dhe le të provojmë të ndjekim një rrugë të tretë që na tregon Videmani.

«Le të zhysim, më në fund, një pllakë zinku dhe një pllakë bakri në një lëng që përmban një komponim kimik të ashtuquajtur *binar*, d.m.th. që mund të shpërbëhet në dy pjesë përbërëse kimikisht të ndryshme, të cilat ngopin plotësisht njëra-tjetrën, për shembull, në acid klorhidrik të holluar (H + CL) etj. Në këtë rast, sipas § 27, zinku ngarkohet me elektricitet negativ, ndërsa bakri — me elektricitet pozitiv. Kur bashkohen metalet, këto elektricitete neutralizohen reciprokisht nëpërmjet pikës së kontaktit, nëpër të cilën, *si pasojë**, rrjedh *rryma e elektricitetit pozitiv** nga bakri te zinku. Por meqenëse edhe forca elektrike ndarëse, që shfaqet me kontaktin e këtyre dy metaleve, e *bart** elektricitetin pozitiv *në të njëjtin drejtim**, efektet e forcave elektrike ndarëse *nuk** asgjësojnë njëri-tjetrin si në rastin e një qarku të mbyllur të përbërë vetëm prej metalesh. *Në këtë mënyrë**, këtu lind një *rrymë e vazhdueshme elektriciteti pozitiv**, i cili rrjedh në qarkun e mbyllur nga bakri nëpër pikën e kontaktit të tij me zinkun te ky i fundit, e nga zinku nëpër lëng te bakri. Do të kthehemi së shpejti (§ 34 dhe vij.) te çështja se në ç'masë

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

marrin *me të vërtetë** pjesë në formimin e kësaj rryme forcat e ndryshme elektrike ndarëse që ekzistojnë në qarkun. Kombinimin e përcjellësve që japin këtë rrymë galvanike ne e quajmë element galvanik ose pilë galvanike» (libri I, f. 45).

Pra, mrekullia u bë. Vetëm me anë të forcës elektrike ndarëse të kontaktit, e cila, sipas vetë Videmanit, nuk është në gjendje të veprojë pa marrë energji nga jashtë, këtu u prodhua rrymë e vazhdueshme. Dhe në qoftë se për shpjegimin e saj nuk do të kishim asgjë tjetër përveç pasazhit të mësipërm të Videmanit, kjo do të mbetej patjetër një mrekulli e vërtetë. Ç'mësojmë këtu për procesin që na intereson?

1. Po të zhysim zink dhe bakër në ndonjë lëng që përmban një komponim kimik të ashtuquajtur *binar*, atëherë, sipas § 27, zinku ngarkohet me elektricitet negativ, ndërsa bakri — me elektricitet pozitiv. — Por në të gjithë § 27 nuk thuhet as gjysmë fjale për ndonjë komponim binar. Në të përshkruhet vetëm një element i thjeshtë voltaik, i përbërë prej një pllake zinku e një pllake bakri, midis të cilave gjendet një copë shajak i njomur me një lëng *acid* dhe studiohen — pa përmendur kurrfarë procesesh kimike — ngarkesat e elektricitetit statik të të dy metaleve. Pra, i ashtuquajturi komponim *binar* këtu na futet kontrabandë nga deriçka.

2. Këtu roli i këtij komponimi binar mbetet krejt misterioz. Fakti që ai «*mund* të shpërbëhet në dy pjesë përbërëse kimikisht të ndryshme, të cilat ngopin plotësisht njëra-tjetrën» (ngopin plotësisht njëra-tjetrën, pasi janë shpërbërë?!), mund të na mësonte diçka të re vetëm në rast se ai *do të shpërbëhej me të vërtetë*. Por për këtë nuk na thuhet asnjë fjalë, prandaj ne tani për tani do të supozojmë se ai *nuk* shpërbëhet, si, për shembull, në rastin e parafinës.

3. Pra, pasi zinku i zhytur në lëng të jetë ngarkuar me elektricitet negativ, ndërsa bakri — me elektricitet pozitiv,

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

ne i vëmë ata në kontakt (jashtë lëngut). Menjëherë «këto elektricitete neutralizohen reciprokisht nëpërmjet pikës së kontaktit, nëpër të cilën, *si pasojë*, rrjedh rryma e elektricitetit *pozitiv* nga bakri te zinku». Përsëri nuk marrim vesh pse rrjedh vetëm rrymë elektriciteti «pozitiv» në një drejtim, e nuk rrjedh edhe rrymë elektriciteti «negativ» në drejtimin e kundërt. Ne nuk marrim vesh fare se ç'bëhet elektriciteti negativ, i cili deri tani ishte po aq i domosdoshëm sa edhe elektriciteti pozitiv, sepse këtu veprimi i forcës elektrike ndarëse duhej pikërisht t'ia kundërvinte ata lirisht njëri-tjetrit. Tani, papritur, atë e mënjanojnë, e fshehin me njëfarë mënyre dhe na e paraqesin gjendjen sikur nuk ka veçse elektricitet pozitiv. Por në faqen 51 lexojmë përsëri diçka krejt të kundërt, se aty thuhet që «*elektricitetet bashkohen** në një rrymë» dhe, si pasojë, në këtë rrymë rrjedhin si elektriciteti negativ, ashtu edhe elektriciteti pozitiv! Kush do të na ndihmojë të dalim nga kjo ngatërresë?

4. «Por *meqenëse** edhe forca elektrike ndarëse, që shfaqet me kontaktin e këtyre dy metaleve, e *bart** elektricitetin pozitiv në *të njëjtin drejtim**, efektet e forcave elektrike ndarëse nuk asgjësojnë njëri-tjetrin, si në rastin e një qarku të mbyllur të përbërë vetëm prej metalesh. *Në këtë mënyrë** këtu lind një rrymë e vazhdueshme» etj.

E fortë kjo. Se, siç do ta shohim, Videmani pak faqe më tutje (f. 52) na vërteton se

Kur «formohet një rrymë e vazhdueshme... forca elektrike ndarëse në pikën e kontaktit të metaleve... duhet të jetë *mosvepruese**»;

se jo vetëm që ka rrymë, edhe në qoftë se kjo forcë ndarëse vepron në drejtim të kundërt me rrymën, në vend që

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

ta bartë elektricitetin pozitiv në të njëjtin drejtim, por se ajo edhe në këtë rast nuk kompensohet me një pjesë të caktuar të forcës ndarëse të qarkut, pra, përsëri është mosvepruese. Si është e mundur që Videmani në f. 45 ta quajë forcën elektrike ndarëse faktor të domosdoshëm për formimin e rrymës, në qoftë se në f. 52 ai e mohon veprimin e saj, kur ka rrymë, e për më tepër me ndihmën e një hipoteze të përgatitur posaçërisht për këtë qëllim?

5. «Në këtë mënyrë, këtu lind *një rrymë e vazhdueshme* elektriciteti pozitiv, i cili rrjedh në qarkun e mbyllur nga bakri nëpër pikën e kontaktit të tij me zinkun te ky i fundit, e nga zinku nëpër lëng te bakri».

Por një rrymë e tillë e vazhdueshme elektriciteti «do të prodhonte nxehtësi në vetë përcjellësit» dhe «do të mund të vinte në veprim një motor elektromagnetik dhe të bënte kështu punë», gjë që është e pamundur pa marrë energji nga jashtë. E meqenëse Videmani deri tani nuk na ka thënë as gjysmë fjale nëse vjen një energji e tillë dhe nga vjen ajo, rryma e vazhdueshme mbetet si më parë një diçka po aq e pamundur, sa edhe në dy rastet që pamë më sipër.

Nuk ka njeri që ta ndiejë këtë më mirë se vetë Videmani. Prandaj ai e sheh të udhës t'u shmanget sa më shpejt pikave të shumta delikate të këtij shpjegimi të habitshëm të formimit të rrymës, por, nga ana tjetër, e shpërblen lexuesin me disa faqe me gjithfarë tregimesh elementare për veprimet termike, kimike, magnetike e fiziologjike të kësaj rryme gjithnjë misterioze dhe, ngandonjëherë, duke bërë përjashtim, ai flet me një ton krejt popullor. Pastaj ai menjëherë vazhdon (f. 49):

«Tani na duhet të studiojmë se si shfaqet efekti i forcave elektrike ndarëse në qarkun e mbyllur prej dy metalesh e një lëngu, për shembull, prej zinkut, prej bakrit e prej acidit klorhidrik.

*Dimë** se pjesët përbërëse të komponimit kimik binar (HCl), që përmban lëngu, shpërbëhen, kur kalon rryma, në një mënyrë të tillë që njëra prej këtyre pjesëve (H) *çlirohet** te bakri, e një sasi ekuivalente e pjesës tjetër (Cl) *çlirohet** te zinku, *dhe** ky i fundit bashkohet me një sasi ekuivalente zinku për të formuar $ZnCl$».

E dimë! Dhe në qoftë se e dimë, nuk e kemi mësuar nga Videmani, i cili, siç e pamë, deri tani nuk ka thënë as gjysmë fjale për këtë proces. Dhe pastaj, edhe *në qoftë se* dimë diçka për këtë proces, dimë pikërisht se ai nuk mund të kryhet ashtu siç e përshkruan Videmani.

Kur formohet prej hidrogjeni të gaztë e prej klori të gaztë një molekulë HCl çlirohet një sasi energjie e barabartë me 22 000 njësi nxehtësie (Julius Tomsen)[102]. Prandaj, për ta çliruar përsëri klorin nga komponimi i tij me hidrogjenin, duhet t'i jepet çdo molekule të HCl nga jashtë e njëjta sasi energjie. Po nga e merr pila këtë energji? Videmani në shtjellimin e vet nuk na thotë asgjë për këtë. Prandaj do të mundohemi ta gjejmë vetë.

Kur bashkohet klori me zinkun për të formuar klorurin e zinkut, çlirohet një sasi energjie shumë më e madhe se ajo që është e nevojshme për ta veçuar klorin nga hidrogjeni, (Zn,Cl_2) zhvillon 97 210 njësi nxehtësie, ndërsa 2 (H,Cl) zhvillojnë 44 000 njësi nxehtësie (Julius Tomsen). Dhe kjo na shpjegon procesin që ndodh në pilë. Pra, nuk ndodh ashtu siç thotë Videmani, sikur hidrogjeni u çliruaka thjesht te bakri, ndërsa klori te zinku «dhe», pastaj, zinku, si rastësisht, u bashkuaka me klorin. Përkundrazi: bashkimi i zinkut me klorin është kushti themelor më thelbësor i të gjithë procesit dhe, pa u bërë ky bashkim, është e kotë të presësh të çlirohet hidrogjen te bakri.

Diferenca midis energjisë që çlirohet kur formohet një molekulë $ZnCl_2$ dhe asaj që lypset për shkëputjen e dy

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

atomeve H nga dy molekula HCl, shndërrohet brenda pilës në lëvizje elektrike dhe jep të gjithë «forcën elektrolëvizore» që shfaqet në rrymën. Pra, nuk është se një «forcë elektrike ndarëse» misterioze shkëput hidrogjenin nga klori pa ndërmjetësinë e ndonjë burimi energjik të zbuluar deri tani, porse tërë procesi kimik që zhvillohet në pilë furnizon të gjitha «forcat elektrike ndarëse» dhe «forcat elektrolëvizore» të qarkut me energjinë e nevojshme për ekzistencën e tyre.

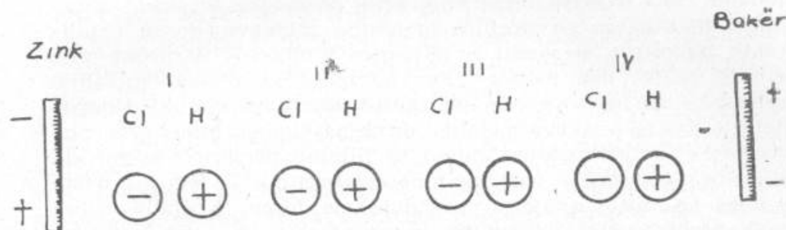
Pra, hëpërhë ne duhet të konstatojmë se edhe shpjegimi *i dytë* i rrymës që jep Videmani na ndihmon po aq pak për të shkuar përpara sa edhe i pari. Dhe tani le të shohim se ç'thotë më tutje në tekst:

«Ky proces provon se roli i komponimit binar që ndodhet midis metaleve nuk kufizohet vetëm me mbizotërimin e thjeshtë të tërheqjes që ushtron gjithë masa e tij mbi njërin apo mbi tjetrin elektricitet, siç ndodh me metalet, porse në këtë rast shtohet edhe veprimi i veçantë i pjesëve përbërëse të tij. Meqë Cl çlirohet atje ku hyn në lëng rryma elektrike pozitive, ndërsa H atje ku shfaqet elektriciteti negativ, *ne supozojmë** se çdo ekuivalent i klorit në komponimin HCl është i ngarkuar me një sasi të caktuar elektriciteti negativ, i cili kushtëzon tërheqjen e tij nga elektriciteti pozitiv. Kjo është *pjesa përbërëse elektronegative* e komponimit. Po kështu ekuivalenti i hidrogjenit duhet të jetë i ngarkuar me elektricitet pozitiv, duke përfaqësuar kështu pjesën përbërëse elektropozitive të komponimit. Këto ngarkesa *do të mund** të formoheshin me bashkimin e H dhe Cl krejt si në kontaktin e zinkut me bakrin. Meqenëse komponimi HCl nuk ka në vetvete ngarkesë elektrike, në përputhje me këtë *ne duhet të supozojmë** se atomet e pjesës përbërëse pozitive dhe ato të pjesës përbërëse negative të këtij komponimi përmbajnë sasi të barabarta elektriciteti pozitiv e negativ.

Po të zhysim tani në acidin klorhidrik të holluar një pllakë zinku dhe një pllakë bakri, *mund të supozojmë** se zinku ushtron mbi pjesën përbërëse elektronegative (Cl) një tërheqje më të madhe sesa mbi atë elektropozitive (H). Prandaj molekulat e acidit klorhidrik që prekin zinkun *do të duhej** të zinin vend

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

në një mënyrë të tillë që pjesët përbërëse elektronegative të tyre të drejtohen nga zinku, ndërsa pjesët përbërëse elektropozitive — nga bakri. Meqenëse të renditura në këtë mënyrë pjesët përbërëse ndikojnë me tërheqjen e tyre elektrike mbi molekulat pasardhëse të HCl, e gjithë seria e molekulave midis pllakës së zinkut dhe asaj të bakrit do të renditet si në figurën e mëposhtme:



Në qoftë se metali i dytë do të vepronte mbi hidrogjenin pozitiv siç vepron zinku mbi klorin negativ, kjo do ta ndihmonte edhe më tepër një vendosje të tillë. Në qoftë se ai do të vepronte në drejtim të kundërt, por më dobët, atëherë të paktën drejtimi i kësaj vendosjeje do të mbetej i pandryshuar.

Me anë të veprimit induktiv të elektricitetit negativ të klorit elektronegativ që është në kontakt me zinkun, elektriciteti në zinkun *do të** shpërndahej në një mënyrë të tillë që pjesët e pllakës së zinkut që gjenden më afër klorit të atomit[103] më të afërt të acidit klorhidrik do të ngarkoheshin me elektricitet pozitiv, ndërsa pjesët që gjenden më larg do të ngarkoheshin me elektricitet negativ. Po kështu edhe në bakrin, në pjesët që ndodhen më afër pjesës përbërëse elektropozitive (H) të atomit të acidit klorhidrik më të afërt, do të grumbullohej elektriciteti negativ, ndërsa elektriciteti pozitiv do të dëbohej në pjesët më të largëta.

*Fill pas kësaj** elektriciteti pozitiv i zinkut *do të** bashkohej me elektricitetin negativ të atomit më të afërt të klorit, dhe vetë ky i fundit *do të** bashkohej me zinkun [duke formuar klorur zinku (ZnCl) të paelektrizuar]**. Atomi elektropozitiv H, i cili më parë ishte i bashkuar me atomin e lartpërmendur të klorit, *do të** bashkohej me atomin e Cl, të kthyer në drejtim të tij, të atomit të dytë të HCl, duke u bashkuar njëkohësisht me njëri-

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*
** Fjalët në kllapa katrore te Engelsi janë lënë jashtë. *Red.*

-tjetrin edhe elektricitetet që përmbajnë këto atome. Po kështu H i atomit të dytë të HCl *do të bashkohej** me Cl e atomit të tretë, e kështu me radhë, derisa më në fund te bakri *të çlirohej* një atom H, elektriciteti pozitiv i të cilit do të bashkohej me elektricitetin negativ të induktuar të bakrit, duke u zhdukur kështu në gjendje neutrale, të paelektrizuar». Ky proces «do të përsëritej derisa veprimi dëbues i elektriciteteve të grumbulluara në pllakat metalike, mbi elektricitetet e pjesëve përbërëse të acidit klorhidrik, të kthyera në drejtim të këtyre pllakave, do të ekuilibronte plotësisht veprimin e tërheqjes kimike të ushtruar mbi këto të fundit nga metalet. Por në qoftë se pllakat metalike bashkohen me njëra-tjetrën me anë të ndonjë përcjellësi, elektricitetet e lira të pllakave metalike do të bashkohen midis tyre, dhe proceset e lartpërmendura mund të fillojnë përsëri. *Kështu** do të lindte një rrymë e vazhdueshme elektriciteti. — Është e qartë se këtu ka një humbje të vazhdueshme force të gjallë, sepse pjesët përbërëse të komponimit binar që shkojnë drejt metaleve lëvizin me një shpejtësi të caktuar në drejtim të metaleve e pastaj bien në qetësi ose duke formuar një komponim kimik (ZnCl), ose duke u zhdukur lirisht (H)». (Shënim: «Meqenëse forca e gjallë që fitohet gjatë veçimit të pjesëve përbërëse Cl dhe H... kompensohet nga forca e gjallë që humbet gjatë bashkimit të tyre me pjesët përbërëse të atomeve më të afërta, ndikimin e këtij procesi mund të mos e përfillim».) «Kjo humbje force të gjallë është ekuivalente me sasinë e nxehtësisë së çliruar gjatë procesit kimik që zhvillohet në mënyrë të dukshme, d.m.th. në thelb gjatë tretjes së një ekuivalenti të zinkut në acidin e holluar. Puna e harxhuar për shpërndarjen e elektriciteteve duhet të jetë e barabartë me këtë sasi. Prandaj, në qoftë se këto elektricitete bashkohen në një rrymë, gjatë kohës së tretjes së një ekuivalenti të zinkut dhe të çlirimit të një ekuivalenti të hidrogjenit nga lëngu, në të gjithë qarkun duhet të shfaqet një punë (qoftë në formë nxehtësie, qoftë në formë veprimesh të kryera jashtë), e cila gjithashtu është ekuivalente me sasinë e nxehtësisë që i përgjigjet procesit kimik të lartpërmendur» [lib. I, f. 49-51].

«Të supozojmë — do të mund — duhet të supozojmë — mund të supozojmë — do të shpërndahej — do të ngarkoheshin» — etj., etj. Kemi të bëjmë vetëm me supozime

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

e me mënyra kushtore, ndër të cilat mund të peshkojmë me siguri vetëm tri mënyra dëftore reale: së pari, se *tani* pranohet që kombinimi i zinkut me klorin është kusht për çlirimin e hidrogjenit; së dyti, se, siç po marrim vesh tani në fund dhe, si të thuash, rastësisht, energjia që çlirohet këtu është burim — e madje i vetmi burim — i të gjithë energjisë së nevojshme për formimin e rrymës dhe, së treti, se ky shpjegim i formimit të rrymës është po aq në kundërshtim të hapët me dy shpjegimet e mësipërme të saj, sa edhe që të dyja ato me njëri-tjetrin.

Pastaj Videmani thotë:

«Kështu në formimin e rrymës së vazhdueshme vepron *vetëm e vetëm** forca elektrike ndarëse që vjen nga tërheqja e pabarabartë dhe nga polarizimi i atomeve të komponimit binar prej elektrodave metalike në lëngun nxitës të pilës; por forca elektrike ndarëse në pikën e kontaktit të metaleve, ku tashmë nuk mund të ndodhin kurrfarë ndryshimesh mekanike, *duhet të jetë mosvepruese**. Proporcionaliteti i plotë i lartpërmendur i gjithë forcës elektrike ndarëse (dhe i forcës elektrolëvizore) në qarkun e mbyllur me ekuivalentin termik, që përmendëm, të proceseve kimike provon se forca ndarëse e kontaktit, në qoftë se ajo *vepron*, të themi, *në drejtim të kundërt** me veprimin nxitës elektrolëvizor të metaleve nga ana e lëngut (siç ndodh në rastin kur zhysim kallaj e plumb në një solucion cianuri të potasit), nuk kompensohet me një pjesë të caktuar force ndarëse në vendet ku metalet bien në kontakt me lëngun. Prandaj ajo duhet të neutralizohet me ndonjë mënyrë tjetër. Kjo do të mund të ndodhte në mënyrën më të thjeshtë, po të supozohej se në kontaktin e lëngut nxitës me metalet forca elektrolëvizore lind në dy mënyra: së pari, me anë të tërheqjes jo të njëllojtë të *masave** të lëngut, të marrë si një e tërë, mbi këtë apo atë elektricitet; së dyti, me anë të tërheqjes jo të njëllojtë të metaleve mbi *pjesët përbërëse* të lëngut, të ngarkuara me elektricitete të kundërta... Si rezultat i mënyrës së parë, d.m.th. i tërheqjes jo të njëllojtë të masave mbi këtë apo atë elektricitet, lëngjet do të duhej të vepronin sipas ligjit të serisë voltaike të metaleve, dhe në qarkun

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

e mbyllur do të bëhej neutralizimi i plotë, deri në zero, i forcave elektrike ndarëse (dhe i forcave elektrolëvizore); kurse veprimi i dytë, *kimik**, ... *vetëm** do të jepte gjithë forcën elektrike ndarëse të nevojshme për formimin e rrymës dhe forcën elektrolëvizore që i përgjigjet asaj» (lib. I, f. 52, 53).

Në këtë mënyrë nga shpjegimi i formimit të rrymës do të mënjanohej mirë e bukur edhe mbeturina e fundit e teorisë së kontaktit dhe njëkohësisht edhe mbeturina e fundit e shpjegimit të parë të rrymës që jep Videmani në f. 45. Më në fund, pranohet pa rezerva se pila galvanike nuk është veçse një aparat për shndërrimin e energjisë kimike të çliruar në lëvizje elektrike, në të ashtuquajturën forcë elektrike ndarëse dhe në forcë elektrolëvizore, po ashtu sikurse makina me avull është një aparat që e shndërron energjinë termike në lëvizje mekanike. Si në njërin rast ashtu edhe në tjetrin aparati krijon vetëm kushtet për çlirimin e energjisë dhe për shndërrimet e mëtejshme të saj pa furnizuar nga vetja kurrfarë energjie. Tani që e kemi përcaktuar këtë nuk na mbetet veçse të shqyrtojmë më me hollësi variantin e tretë të shpjegimit që i jep Videmani rrymës: si paraqiten këtu shndërrimet e energjisë në qarkun e mbyllur?

Është e qartë, — thotë ai, — se në pilë «ka humbje të vazhdueshme force të gjallë, sepse pjesët përbërëse të komponimit binar që shkojnë drejt metaleve lëvizin me një shpejtësi të caktuar në drejtim të metaleve e pastaj bien në qetësi ose duke formuar një komponim kimik (ZnCl), ose duke u zhdukur lirisht (H). Kjo humbje force të gjallë është ekuivalente me sasinë e nxehtësisë së çliruar gjatë procesit kimik që zhvillohet në mënyrë të dukshme, d.m.th. në thelb gjatë tretjes së një ekuivalenti të zinkut në acidin e holluar».

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

Së pari, në qoftë se procesi kryhet në trajtë *të kulluar*, gjatë tretjes së zinkut në pilë nuk çlirohet kurrfarë nxehtësie; sepse energjia e çliruar shndërrohet drejtpërsëdrejti në elektricitet dhe, në saje të rezistencës së gjithë qarkut të mbyllur, vetëm nga elektriciteti shndërrohet pastaj në nxehtësi.

Së dyti, forca e gjallë është gjysma e prodhimit të masës me katrorin e shpejtësisë. Prandaj teza e lartpërmendur do të duhej formuluar kështu: energjia që çlirohet gjatë tretjes së një ekuivalenti të zinkut në acidin klorhidrik të holluar e që është e barabartë me kaq e kaq kalori, në të njëjtën kohë është e barabartë edhe me gjysmën e prodhimit të masës së joneve me katrorin e shpejtësisë me të cilën ato shkojnë drejt metaleve. Kjo tezë e formuluar në këtë mënyrë duket sheshit që është e gabuar: forca e gjallë që shfaqet gjatë lëvizjes së joneve nuk është aspak e barabartë me energjinë e çliruar në saje të procesit kimik*.

* Pak kohë më parë F. Kolraushi («Annalen» 104 të Videmanit, vëll. VI, f. 206) ka llogaritur se për zhvendosjen e joneve në solucion ujor duhen «forca kolosale». Që 1 *mg* të mund të bëjë 1*mm* rrugë, duhet një forcë lëvizore e barabartë me 32 500 *kg* — për H, me 5 200 *kg* — për Cl, d.m.th. për HCl do të duhej një forcë lëvizore prej 37 700 *kg*. — Edhe sikur këto shifra të jenë më se të sakta, ato nuk e hedhin poshtë aspak atë që thamë më lart. Por në vetë këtë llogaritje ka faktorë hipotetikë ende të pashmangshëm në teorinë e elektricitetit, prandaj ajo duhet kontrolluar me anë të eksperimentit. Kjo gjë duket se është e mundshme. Së pari, këto «forca kolosale» duhet të shfaqen përsëri në formën e një sasie të caktuar nxehtësie atje ku harxhohen, d.m.th., në rastin e përmendur më sipër, në pilë. Së dyti, energjia e harxhuar prej tyre duhet të jetë më e vogël se energjia që prodhohet gjatë proceseve kimike, në pilë, e madje me një diferencë të caktuar. Së treti, kjo diferencë duhet të harxhohet në pjesën tjetër të qarkut të mbyllur dhe sasia e saj edhe aty mund të përcaktohet. Llogaritja e lartpërmendur e Kolraushit mund të quhet përfundimtare vetëm pas një kontrolli të tillë me anë të eksperi-

Se po të ishte e barabartë me të, nuk do të mund të kishim kurrfarë rryme, sepse në pjesën tjetër të qarkut të mbyllur nuk do të mbetej kurrfarë energjie për rrymën. Prandaj te Videmani gjejmë edhe vërejtjen se jonet bien në qetësi «ose duke formuar një komponim kimik ose duke u zhdukur lirisht». Por në qoftë se humbja e forcës së gjallë duhet të përfshijë edhe shndërrimet e energjisë që ndodhin në të dy këto procese, del se e humbëm fillin përfundimisht: sepse pikërisht këtyre dy proceseve, të marra së bashku, ne ua detyrojmë të gjithë energjinë e çliruar, kështu që këtu nuk mund të bëhet fare fjalë për *humbje* force të gjallë, por, ndoshta, vetëm për ndonjë *fitim* të saj.

Pra, është e qartë se Videmani, me këtë frazë, nuk ka pasur në mendje asgjë të përcaktuar dhe se «humbja e forcës së gjallë» nuk është veçse një *deus ex machina** që duhej t'i jepte mundësi të bënte kapërcimin fatal nga teoria e vjetër e kontaktit në teorinë kimike të shpjegimit të rrymës. Me të vërtetë, humbja e forcës së gjallë tashmë e bëri të vetën dhe prandaj lihet mënjanë; këtej e tutje si i vetmi burim energjie në formimin e rrymës njihet pa diskutim procesi kimik që zhvillohet në pilë, dhe tani i vetmi preokupim i autorit është që të gjejë ndonjë mënyrë të hijshme për të shpëtuar nga mbeturina e fundit e nxitjes së elektricitetit në kontaktin e trupave kimikisht indiferentë, d.m.th. nga forca ndarëse që vepron në pikën e kontaktit të të dy metaleve.

Kur lexon shpjegimin e mësipërm që jep Videmani për formimin e rrymës, të duket sikur ke përpara një model

---

mentit. Përcaktimi i këtyre madhësive duket edhe më i mundshëm në enën elektrolitike.

* — fjalë për fjalë: «perëndi nga makina» (në teatrin e lashtë aktorët që luanin rolin e perëndive dilnin në skenë me anë mekanizmash të posaçëm); në kuptimin figurativ: person që del papritur dhe shpëton gjendjen, ose një zgjidhje e papritur që nuk buron nga rrjedha e ngjarjeve. *Red.*

të asaj apologjetike, me të cilën këtu e nja dyzet vjet më parë teologët besimtarë ose gjysmëbesimtarë u ngritën kundër kritikës filologjike e historike që i bënë biblës Shtrausi, Vilkeja, Bruno Baueri e të tjerë. Në të dyja rastet përdoret e njëjta metodë, gjë që është e pashmangshme, sepse në të dyja rastet është puna për të shpëtuar *traditën e vjetër* nga presioni i mendimit shkencor. Empirizmi ekskluziv, që i lejon vetes në rastin më të mirë të mendojë vetëm në formën e llogaritjeve matematike, pandeh se operon vetëm me fakte të pakundërshtueshme. Kurse në të vërtetë, ai operon kryesisht me pikëpamje tradicionale, në pjesën më të madhe me produkte të vjetruara të mendimit të paraardhësve të vet, siç janë, për shembull, elektriciteti pozitiv dhe negativ, forca elektrike ndarëse, teoria e kontaktit. Këto të fundit i shërbejnë atij si bazë për llogaritje matematike të pafund, në të cilat për shkak të rreptësisë së formulave matematike harrohet lehtë karakteri hipotetik i premisave. Sa i madh është skepticizmi që tregon ky lloj empirizmi ndaj rezultateve të mendimit shkencor të kohës së vet, aq i madh është edhe besimi i verbër që ai ka në rezultatet e mendimit të paraardhësve të vet. Edhe faktet e përcaktuara në mënyrë eksperimentale ai pak nga pak i lidh pazgjidhmërisht me interpretimet e tyre tradicionale përkatëse; edhe në trajtimin e fenomenit elektrik më të thjeshtë ai bën falsifikime duke futur kontrabandë, për shembull, teorinë e dy elektriciteteve. Ky empirizëm *nuk është në gjendje* më t'i përshkruajë drejt faktet, sepse në përshkrimin e tyre ai fut tinëz edhe interpretimin tradicional të tyre. Me një fjalë, këtu, në fushën e teorisë së elektricitetit, kemi një traditë po aq të zhvilluar, sa edhe në fushën e teologjisë. E meqë në të dyja këto fusha rezultatet e kërkimeve të fundit, përcaktimi i fakteve që deri tani kanë qenë të panjohura ose të diskutueshme dhe konkluzionet teorike që dalin medoemos prej tyre e godasin pa mëshirë traditën e vjetër, mbrojtësit e kësaj tradite

bien në një pozitë aq të vështirë, sa s'ka ku të vejë më. Ata detyrohen të kërkojnë shpëtim në gjithfarë dredhish, në manovra të vajtueshme, duke u munduar të fshehin kontradikta të papajtueshme e duke rënë vetë kështu, në fund të fundit, në një labirint të tillë kontradiktash, nga i cili nuk kanë për të dalë dot kurrë. Pikërisht ky besim në teorinë e vjetër të elektricitetit e bën Videmanin të bjerë në kontradiktat më të pazgjidhshme me vetveten, kur orvatet më kot të pajtojë në mënyrë racionale shpjegimin e vjetër të rrymës, i cili niset nga «forca e kontaktit», me teorinë e re, e cila mbështetet në çlirimin e energjisë kimike.

Ndoshta, mund të na bëjnë vërejtjen se kritika e mësipërme e shpjegimit që i jep rrymës Videmani mbështetet në pretekste që kanë të bëjnë me fjalët dhe nëse Videmani në fillim shprehet deri diku pa kujdes dhe jo sak, në fund të fundit ai prapëseprapë jep një shpjegim të drejtë që pajtohet me parimin e ruajtjes së energjisë, gjë që do të thotë se ai e përfundon gjithçka mirë e bukur. Kësaj po i përgjigjemi duke dhënë këtu një shembull tjetër që tregon se si e përshkruan ai procesin që kryhet në pilë: zink, acid sulfurik i holluar dhe bakër.

«Po t'i bashkojmë të dyja pllakat me një tel, lind një rrymë galvanike... *Me anë të procesit elektrolitik** nga *uji** i acidit sulfurik të holluar te bakri shkëputet një ekuivalent hidrogjeni që zhduket në formë flluskash. Te zinku formohet një ekuivalent oksigjeni që oksidon zinkun dhe e bën oksid zinku, i cili tretet në acidin që e rrethon duke formuar oksid sulfurik zinku» (lib. I, f. 593).

Për ta shpërbërë ujin në hidrogjen dhe në oksigjen të gaztë, për çdo molekulë uji duhet një energji prej 68 924 njësish nxehtësie. Nga vjen kjo energji në pilën e përmendur

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

më sipër? «Falë procesit elektrolitik». Po nga e merr atë procesi elektrolitik? Për këtë nuk na jepet asnjë përgjigje.

Mirëpo më vonë Videmani na tregon, dhe jo vetëm një herë, por të paktën dy herë (lib. I, f. 472 dhe 614), se në përgjithësi «sipas eksperimenteve të fundit [në elektrolizë] nuk shpërbëhet vetë uji», por, në këtë rast, acidi sulfurik H_2SO_4, i cili shpërbëhet, nga njëra anë, në H_2 dhe, nga ana tjetër, në $SO_3 + O$, dhe H_2 e O në disa rrethana të caktuara mund të zhduken në formë gazesh. Por kjo e ndryshon krejt natyrën e gjithë procesit. H_2 i H_2SO_4 zëvendësohet drejtpërsëdrejti me zinkun dyvalent duke formuar sulfat zinku $ZnSO_4$. Në njërën anë mbetet H_2, ndërsa në anën tjetër $SO_3 + O$. Që të dy këto gaze flurojnë në atë përpjesëtim në të cilin ata formojnë ujë; SO_3 bashkohet me ujin e solucionit H_2O për të formuar përsëri H_2SO_4, d.m.th. acid sulfurik. Por gjatë formimit të $ZnSO_4$ zhvillohet një sasi energjie që jo vetëm mjafton për të eliminuar dhe për të çliruar hidrogjenin e acidit sulfurik, por që lë edhe një tepricë mjaft të madhe, e cila në rastin tonë harxhohet për të formuar rrymën. Kështu që zinku nuk pret që procesi elektrolitik të vërë në dispozicion të tij oksigjenin e lirë për t'u oksiduar prej tij dhe për t'u tretur pastaj në acidin. Përkundrazi: ai hyn drejtpërsëdrejti në procesin, i cili në përgjithësi kryhet vetëm *falë kësaj ndërhyrjeje të zinkut.*

Këtu shohim se si pikëpamje kimike të vjetruara u vijnë në ndihmë pikëpamjeve të vjetruara të kontaktit. Sipas pikëpamjeve të kohëve të fundit, një kripë është një acid, në të cilin hidrogjeni është zëvendësuar me një metal. Procesi që po shqyrtojmë këtu e vërteton këtë pikëpamje: eliminimi i drejtpërdrejtë i hidrogjenit të acidit prej zinkut e shpjegon plotësisht shndërrimin e energjisë që ndodh këtu. Pikëpamja e vjetër, së cilës i përmbahet Videmani, thotë

se një kripë është kombinim i një oksidi metalik me ndonjë acid dhe prandaj nuk flet për sulfat zinku, por për oksid sulfurik zinku. Por që të kemi në pilën tonë oksid sulfurik zinku prej zinkut dhe prej acidit sulfurik, duhet që zinku më parë të oksidohet. Që zinku të oksidohet mjaft shpejt, duhet të kemi oksigjen të lirë. Që të kemi oksigjen të lirë, duhet të supozojmë se, meqë te bakri na del hidrogjen, uji shpërbëhet në elementet e veta. Për ta shpërbërë ujin, na duhet një sasi shumë e madhe energjie. Ku ta gjejmë atë? Thjesht «falë procesit elektrolitik», i cili, nga ana e vet, nuk mund të kryhet pa filluar të formohet produkti i tij i fundit kimik, «oksidi sulfurik i zinkut». Fëmija lind nënën e vet.

Pra, edhe këtu Videmani tërë procesin e ka përmbysur krejt dhe e ka vënë me kokë poshtë, dhe kjo ka ndodhur sepse Videmani, pa e vrarë mendjen fare, fut në një thes dy procese krejt të kundërta — elektrolizën aktive dhe atë pasive, duke i quajtur ato thjesht elektrolizë.

Deri tani studiuam vetëm atë që ndodh në pilë, d.m.th. procesin, në të cilin falë veprimit kimik çlirohet një tepricë energjie që shndërrohet në elektricitet me anë të pajisjeve të pilës. Por, siç dihet, ky proces mund të prapësohet: elektriciteti i rrymës së vazhdueshme, i prodhuar në pilë nga energjia kimike, mund të rishndërrohet, nga ana e vet, në energji kimike në një enë elektrolitike të kyçur në qark. Shihet qartë se të dy këto procese janë të kundërta me njëri-tjetrin: në qoftë se të parin e marrim si kimiko-elektrik, i dyti është elektro-kimik. Që të dy mund të zhvillohen në të njëjtin qark me të njëjtat lëndë. Kështu, për shembull, një bateri prej elementesh të gazta, ku rryma lind me anë të bashkimit të hidrogjenit dhe të oksigjenit që formojnë ujë, mund të prodhojë në një enë elektrolitike të kyçur në qarkun hidrogjen dhe oksigjen në të njëjtin përpjesëtim që ata japin ujë. Koncepsioni i zakonshëm i përfshin të dy këto procese të kundërta në të njëjtin emër: elektrolizë, pa bërë dallim midis elektrolizës aktive dhe asaj pasive, midis lëngut nxitës dhe elektrolitit pasiv. Kështu, Videmani në 143 faqe e trajton elektrolizën në përgjithësi dhe vetëm nga fundi shton disa vërejtje për «elektrolizën në pilë», ku proceset që kryhen në pilat reale nuk zënë veçse pjesën më të vogël të 17 faqeve të këtij kapitulli. Po kështu edhe në «teorinë e elektrolizës» që vjen fill pas këtij kapitulli as që zihet në gojë fare kundërtia midis pilës dhe enës elektrolitike; dhe ai që do të mundohej të gjente në kapitullin vijues «Ndikimi i elektrolizës mbi rezistencën e përcjellësve dhe mbi forcën elektrolëvizore në qarkun e mbyllur» ndonjë mendim në lidhje me shndërrimet e energjisë brenda qarkut të mbyllur, do të pësonte një zhgënjim të hidhur.

Le të shqyrtojmë tani këtë «proces elektrolitik» të papmposhtshëm, që qenka në gjendje ta ndajë H_2 nga O pa furnizim të dukshëm energjie dhe që në pjesët e librit, që na interesojnë, tani luan po atë rol që luante më parë «forca elektrike ndarëse» misterioze.

«Krahas procesit ***primar, thjesht elektrolitik**** të ndarjes së joneve lind edhe një shumicë procesesh ***sekondare, thjesht kimike**** krejt të pavarura prej tij, me anë të veprimit të joneve të çliruara nga rryma. Ky veprim mund të ushtrohet mbi lëndën e elektrodave dhe mbi trupin që shpërbëhet, ndërsa në solucionet edhe mbi tretësin» (lib. I, f. 481).

Le të kthehemi përsëri te pila e përmendur më sipër: zink dhe bakër të zhytur në acid sulfurik të holluar. Këtu, siç thotë vetë Videmani, jonet e çliruara janë H_2 dhe O i ujit. Pra, sipas tij, oksidimi i zinkut dhe formimi i $ZnSO_4$

---

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

është një proces sekondar, i pavarur nga procesi elektrolitik, thjesht kimik, ndonëse vetëm falë tij bëhet i mundshëm procesi primar. Le ta shohim pak më me hollësi ngatërresën që duhet të rrjedhë patjetër nga ky shtrembërim i gjendjes së vërtetë të gjërave.

Le të ndalemi para së gjithash në të ashtuquajturat procese sekondare që zhvillohen në enën elektrolitike, për ilustrimin e të cilave Videmani na jep disa shembuj* (f. 481-482):

I. Elektroliza e sulfatit të natriumit (Na_2SO_4) të tretur në ujë.

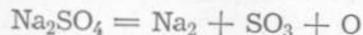
Sulfati i natriumit «shpërbëhet... në 1 ekuivalent SO_3 + O... dhe në 1 ekuivalent Na... Por ky i fundit bën reaksion me ujin e solucionit dhe çliron prej tij 1 ekuivalent H; këtu formohet 1 ekuivalent hidroksid sodiumi [NaOH], që tretet në ujin që e rrethon».

Ekuacioni shkruhet kështu:



$$Na_2SO_4 + 2H_2O = O + SO_3 + 2NaOH + 2H$$

Në këtë shembull shpërbërja



$$Na_2SO_4 = Na_2 + SO_3 + O$$

do të mund të merrej me të vërtetë si një proces primar, elektrokimik, ndërsa shndërrimi i mëtejshëm



$$Na_2 + 2H_2O = 2NaOH + 2H$$

si një proces sekondar, thjesht kimik. Por ky proces sekondar kryhet drejtpërsëdrejti në atë elektrodë ku shfaqet hidrogjeni; prandaj sasia shumë e madhe e energjisë që çlirohet këtu (111 810 njësi nxehtësie për Na, O, H, *aq.*, sipas Julius Tomsenit), të paktën pjesa më e madhe e saj, shndërrohet në elektricitet, dhe vetëm një pjesë e vogël e saj shndërrohet drejtpërsëdrejti në nxehtësi në enën elektrolitike. E njëjta gjë mund të ndodhë edhe me energjinë kimike që çlirohet në *pilë* në mënyrë të drejtpërdrejtë ose primare. Por sasia e energjisë që prodhohet në këtë mënyrë e që shndërrohet në elektricitet zbritet nga ajo sasi e saj, e cila duhet të japë rryma për shpërbërjen e vazhdueshme të Na_2SO_4. Në qoftë se në momentin *e parë* të të gjithë procesit shndërrimi i natriumit në hidroksid paraqitej si një proces sekondar, nga momenti i dytë ai bëhet faktor thelbësor i të gjithë procesit, prandaj pushon së qeni sekondar.

* Po vërejmë një herë e përgjithmonë se Videmani përdor kudo vlerat e vjetra të ekuivalentëve kimikë dhe shkruan: HO, ZnCl, etj. Kurse unë kudo kam përdorur peshat atomike që përdoren sot, kështu që shkruaj: H_2O, $ZnCL_2$ etj.

Por në enën elektrolitike ndodh edhe një proces i tretë: SO_3 — në qoftë se ky nuk kombinohet me metalin e elektrodës pozitive, gjë që do të shkaktonte përsëri çlirimin e një sasie energjie, — kombinohet me H_2O për të formuar H_2SO_4, domethënë acid sulfurik. Por ky shndërrim nuk bëhet medoemos në vetë elektrodën, prandaj sasia e energjisë që çlirohet në këtë rast (21 320 njësi nxehtësie, sipas Julius Tomsenit) shndërrohet e tëra ose në pjesën më të madhe në nxehtësi në vetë enën elektrolitike dhe i jep rrymës, në rastin më të mirë, vetëm një pjesë fare të vogël të saj në formë elektriciteti. Kështu që të vetmin proces me të vërtetë sekondar që ndodh në enën elektrolitike Videmani nuk e zë fare me gojë.

II. «Po t'i bëjmë elektrolizën një solucioni sulfati të bakrit [$CuSO_4 + 5H_2O$] midis një elektrode pozitive prej bakri dhe një elektrode negative prej platini, atëherë — njëkohësisht me shpërbërjen e solucionit të acidit sulfurik në të njëjtin qark — në elektrodën negative prej platini për një ekuivalent uji të shpërbërë çlirohet 1 ekuivalent bakri; në elektrodën pozitive do të duhej të shfaqej një ekuivalent SO_4, por ky i fundit kombinohet me

bakrin e elektrodës duke formuar 1 ekuivalent $CuSO_4$, i cili shkrihet në ujin e solucionit që i është nënshtruar elektrolizës [lib. I, f. 481].

Pra, duke u shprehur me gjuhën e kimisë moderne, ne duhet ta përfytyrojmë tërë këtë proces kështu: mbi platinin precipiton Cu; SO_4 i çliruar, që nuk mund të qëndrojë vetëm, shpërbëhet në $SO_3 + O$, dhe ky i fundit çlirohet; SO_3 merr nga tretësi H_2O dhe formon acid sulfurik (H_2SO_4), i cili kombinohet përsëri me bakrin e elektrodës, duke çliruar H_2, dhe formon $CuSO_4$. Për të qenë të saktë, duhet thënë se këtu kemi tri procese: 1) shpërbashkim i Cu dhe SO_4; 2) $SO_3 + H_2O = H_2SO_4 + O$; 3) $= H_2SO_4 + Cu = H_2 + CuSO_4$. Procesi i parë mund të quhet primar, ndërsa dy të tjerët — sekondarë. Por po të ngremë çështjen e shndërrimeve të energjisë, që ndodhin këtu, do të shohim se procesi i parë kompensohet plotësisht nga një pjesë e procesit të tretë: shpërbashkimi i bakrit nga SO_4 kompensohet me ribashkimin e të dyve në elektrodën tjetër. Po të mos marrim parasysh energjinë e nevojshme për zhvendosjen e bakrit nga njëra elektrodë në tjetrën si edhe humbjen e pashmangshme (e që nuk mund të përcaktohet me saktësi) të energjisë në pilë për shkak të shndërrimit të saj në nxehtësi, do të na dalë këtu një rast kur i ashtuquajturi proces primar nuk i heq rrymës kurrfarë energjie. Rryma jep energji vetëm e vetëm për ta bërë të mundshme ndarjen (për më tepër jo të drejtpërdrejtë, por të tërthortë) të H_2 dhe të O, që është rezultati kimik real i tërë procesit, — pra, për kryerjen e një procesi *sekondar* ose madje terciar.

Megjithatë në të dy rastet e lartpërmendura, ashtu si edhe në rastet e tjera, dallimi midis proceseve primare e sekondare ka pa dyshim njëfarë përligjje relative. Kështu, në të dy rastet krahas fenomeneve të tjera, me sa duket, bëhet edhe shpërbërja e ujit, dhe pjesët përbërëse të ujit çlirohen në elektrodat e kundërta. Meqenëse, sipas eksperimenteve të fundit, uji absolutisht i pastër është një jopërcjellës gati ideal, e pra edhe një joelektrolit gati ideal, ka rëndësi të provohet se në këto raste e në raste të tjera si këto nuk është uji ai që shpërbëhet drejtpërsëdrejti në mënyrë elektrokimike, porse këtu pjesët përbërëse të tij çlirohen nga acidi, në formimin e të cilit, natyrisht, duhet të marrë pjesë edhe uji i solucionit.

III. «Po t'i bëhet elektroliza.., acidit klorhidrik [$HCl + 8H_2O$]... njëkohësisht në dy gypa si U ...,dhe në njërin gyp të përdoret një elektrodë pozitive prej zinku, kurse në tjetrin një elektrodë bakri, atëherë në gypin e parë do të tretet një sasi zinku prej 32,53 njësish, në të dytin — një sasi bakri prej 2 x 31,7 njësish» [lib. I, 482].

Ta lëmë tani për tani mënjanë bakrin dhe të marrim zinkun. Sipas Videmanit, këtu proces primar është shpërbërja e HCl, kurse sekondar — tretja e Zn.

Pra, sipas kësaj pikëpamjeje, rryma sjell nga jashtë në enën elektrolitike energjinë e nevojshme për ndarjen e H dhe të Cl; pasi kryhet kjo ndarje, Cl bashkohet me Zn, dhe këtu çlirohet një sasi energjie, e cila zbritet nga energjia e nevojshme për ndarjen e H dhe Cl; kështu që rryma duhet të japë vetëm diferencën midis këtyre madhësive. Deri këtu gjithçka shkon për mrekulli; por po t'i shikojmë më me vëmendje këto dy sasi energjie, do të shohim se sasia e energjisë që çlirohet me formimin e $ZnCl_2$ është *më e madhe* se ajo që u harxhua për shpërbashkimin e 2HCl dhe se, si pasojë, rryma jo vetëm që nuk duhet të sjellë energji nga jashtë, por, përkundrazi, ajo vetë *merr energji*. Tani nuk kemi të bëjmë më me një elektrolit pasiv, por me një lëng nxitës, jo me një enë elektrolitike, por me një *pilë*, e cila i shton edhe një element tjetër baterisë që prodhon rrymë; ky proces që, sipas Videmanit, duhet ta quajmë si sekondar, na del absolutisht primar, kthehet në burim energjie për tërë procesin, duke

e bërë këtë proces të pavarur nga rryma që bateria i jep nga jashtë.

Këtu shohim qartë se ku e ka burimin e gjithë ngatërresa që mbretëron në shtjellimin teorik të Videmanit. Videmani niset nga elektroliza pa pyetur nëse është aktive ajo apo pasive, pa e vrarë mendjen nëse ka të bëjë me një pilë apo me një enë elektrolitike. «Xherahu është xherah, si i tha majori plak një doktori në filozofi që kishte shkuar vullnetar në ushtri[105]. E meqenëse elektroliza është shumë më lehtë të studiohet në enën elektrolitike se në pilë, ai në fakt niset nga ena elektrolitike dhe i bën proceset që ndodhin në të dhe ndarjen e tyre pjesërisht të justifikueshme në primare dhe sekondare, si kriter për të gjykuar mbi proceset krejt të kundërta që zhvillohen në pilë, pa vënë re fare se si ena elektrolitike e tij shndërrohet pa u kuptuar në pilë. Pikërisht për këtë arsye ai nxjerr tezën:

«Afëria kimike që kanë me elektrodat lëndët e shpërbashkuara nuk ndikon fare mbi procesin elektrolitik të mirëfilltë» (lib. I, f. 471) —

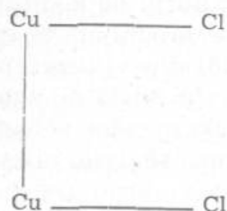
tezë, e cila, siç e kemi parë, në këtë formë absolute, është krejt e gabuar. Këtu e ka burimin edhe teoria e tij e trefishtë e formimit të rrymës: së pari, teoria e vjetër tradicionale e prodhimit të rrymës me anë të kontaktit të thjeshtë; së dyti, teoria që mbështetet në forcën elektrike ndarëse të marrë në kuptimin më abstrakt, e cila në një mënyrë të pakuptueshme i siguron vetes ose «procesit elektrolitik» energjinë e nevojshme për të shpërbashkuar nga njëri -tjetri në pilë H dhe Cl dhe, përveç kësaj, për të prodhuar edhe rrymë; më në fund, teoria moderne kimiko-elektrike, që provon se burimi i kësaj energjie është shuma algjebrike e të gjitha veprimeve kimike në pilë. Videmani, siç nuk vë re se shpjegimi i dytë hedh poshtë të parin, po kështu nuk e merr me mend se i treti, nga ana e vet, hedh poshtë

të dytin. Përkundrazi, parimin e ruajtjes së energjisë ai e lidh, në një mënyrë krejt të jashtme, me teorinë e vjetër tradicionale, ashtu siç u shtohet një teoremë gjeometrike e re teoremave të vjetra. Atij as që i shkon në mendje se ky parim kërkon që të rishikohen patjetër të gjitha pikëpamjet tradicionale si në këtë fushë të shkencave të natyrës, ashtu edhe në të gjitha të tjerat. Prandaj në shpjegimin e rrymës Videmani kufizohet thjesht me konstatimin e këtij parimi dhe pastaj e lë mënjanë atë i qetë për ta nxjerrë përsëri në fund të librit, në kapitullin mbi efektet e rrymës. As në teorinë e prodhimit të elektricitetit me anë të kontaktit (lib. I, f. 781 dhe vijueset) parimi i ruajtjes së energjisë nuk luan kurrfarë roli në shpjegimin e anës kryesore të çështjes dhe përmendet vetëm rastësisht për sqarimin e çështjeve të dorës së dytë: ai është dhe mbetet «proces sekondar».

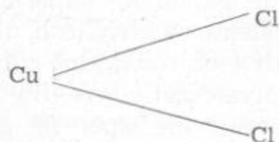
Por le të kthehemi në shembullin III të përmendur më lart. Në të, po ajo rrymë shkaktoi shpërbërjen elektrolitike të acidit klorhidrik në dy gypa si U, por në njërin prej tyre si elektrodë pozitive shërbente zinku, ndërsa në tjetrin — bakri. Sipas ligjit themelor të elektrolizës të Faradejit, e njëjta rrymë galvanike shpërbën në çdo enë elektrolitike sasi ekuivalente elektrolitësh, dhe sasitë e lëndëve të çliruara në të dy elektrodat janë edhe ato në raport me njëra-tjetrën si ekuivalentet e tyre (lib. I, f. 470). Mirëpo në rastin e përmendur më sipër në gypin e parë u tretën 32,53 njësi zinku, kurse në të dytin 2 x 31,7 njësi bakri.

«Por», — vazhdon Videmani, — «kjo nuk është aspak një provë e ekuivalencës së këtyre sasive. Ato vihen re vetëm kur ka rryma shumë të dobëta, kur formohet... nga njëra anë, klorur zinku e, nga ana tjetër... klorur bakri. Me rryma më të forta, duke pasur të njëjtën sasi zinku të tretur, sasia e bakrit të tretur do të binte... deri në 31,7, ndërsa sasia e klorurit të formuar do të shtohej në masën përkatëse».

Zinku, siç dihet, formon vetëm një komponim me klorin, klorurin e zinkut $ZnCl_2$, kurse bakri — dy: klorurin bakrik $CuCl_2$ dhe klorurin bakror Cu_2Cl_2. Pra, ky fenomen zhvillohet kështu: rryma e dobët shkëput nga elektroda për çdo dy atome klori dy atome bakri, të cilat mbeten të lidhura me njëri-tjetrin me anën e *njërës* prej dy njësive të valencës së tyre, ndërsa dy njësitë e tyre të valencës të lira bashkohen me dy atome klori:



Në qoftë se pastaj rryma bëhet më e fortë, ajo i shkëput krejt nga njëri-tjetri atomet e bakrit dhe secili prej tyre veç e veç bashkohet me dy atome klori:



Kur ka rryma me fuqi mesatare, të dy këto komponime formohen njëri përbri tjetrit. Kështu që formimi i njërit apo i tjetrit prej këtyre komponimeve varet vetëm e vetëm nga intensiteti i rrymës, e prandaj tërë procesi në thelb ka karakter *elektro*-kimik, nëse kjo fjalë ka në përgjithësi ndonjë kuptim. Megjithëkëtë Videmani e shpall atë në mënyrë të prerë proces sekondar, d.m.th. jo elektro-kimik, por thjesht kimik.

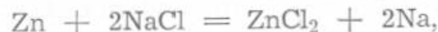
Eksperimenti i mësipërm është bërë nga Renoi (1867) dhe i përket një vargu të tërë eksperimentesh të ngjashme, në të cilat e njëjta rrymë kalon në një gyp si U nëpër një solucion kripe gjelle (me elektrodë pozitive zinku), ndërsa në një enë tjetër nëpër elektrolitë të ndryshëm me metale të ndryshme si elektroda pozitive. Në këto raste sasitë e metaleve të tjera të tretura për një ekuivalent zinku kanë dhënë shtëmëngie të mëdha, dhe Videmani sjell rezultatet e gjithë vargut të eksperimenteve, shumica e të cilave janë të qarta nga pikëpamja kimike dhe nuk ka sesi të jenë ndryshe. Kështu, për shembull, për 1 ekuivalent zinku në acidin klorhidrik u tretën vetëm 2/3 e ekuivalentit të arit. Kjo mund të duket e çuditshme vetëm në qoftë se u përmbahemi, si Videmani, peshave të vjetra të ekuivalencës dhe klorurin e zinkut e shprehim me ZnCl, ku si klori ashtu dhe zinku figurojnë në komponimin kloror secili vetëm me nga *një* valencë. Kurse në të vërtetë këtu çdo atomi zinku i takojnë dy atome klori ($ZnCl_2$) dhe, duke ditur këtë formulë, ne shohim menjëherë se për përcaktimin e lartpërmendur të ekuivalentëve si njësi duhet të merret atomi i klorit e jo ai i zinkut. Por formula e klorurit të arit duhet shkruar $AuCl_3$; në këtë rast është e qartë se $3ZnCl_2$ përmbajnë po aq klor sa edhe $2AuCl_3$, dhe se prandaj të gjitha proceset (primare, sekondare e terciare) që ndodhin në pilë ose në enën elektrolitike do të jenë të detyruara të shndërrojnë në klorur ari as më pak e as më shumë se 2/3 e njësisë së peshës[106] së arit për çdo njësi peshe zinku të shndërruar në klorur zinku. Kjo rregull ka vlerë absolute, veç në mos supozofshim se me rrugë galvanike mund të prodhohet edhe komponimi AuCl: në këtë rastin e fundit për 1 ekuivalent zinku do të duhej të treteshin 2 ekuivalentë ari, dhe, si rrjedhim, do të kishim, sipas intensitetit të rrymës, variacione të tilla si ato që treguam më lart për bakrin dhe për klorin. Rëndësia e ekspe-

rimenteve të Renoit qëndron në faktin se ato tregojnë se si ligji i Faradeit vërtetohet me fakte, të cilat duket sikur janë në kundërshtim me të. Por nuk kuptohet fare se ç'rëndësi duhet të kenë ato për shpjegimin e proceve sekondare që kryhen në elektrolizë.

Shembulli i tretë i Videmanit na solli përsëri nga ena elektrolitike te pila. Dhe me të vërtetë pila paraqet më tepër interes kur është fjala për studimin e proceseve elektrolitike nga pikëpamja e shndërrimeve të energjisë që ndodhin këtu. Kështu, ne hasim shpesh pila të tilla, në të cilat duket sikur proceset kimiko-elektrike janë krejt në kundërshtim me ligjin e ruajtjes së energjisë dhe sikur kryhen në kundërshtim me ligjet e afërisë kimike.

Sipas matjeve të Pogendorfit[107], pila: zink, solucion i koncentruar kripe të gjellës, platin — jep një rrymë me intensitet 134,6*. Pra, këtu kemi një sasi mjaft të madhe elektriciteti, 1/3 më shumë se në elementin e Danielit. Po ku e ka burimin energjia që shfaqet këtu në formë elektriciteti? Proces «primar» këtu është zëvendësimi i natriumit nga ana e zinkut në komponimin e tij me klorin. Por në kiminë e zakonshme thuhet se nuk është zinku që e zëvendëson natriumin në komponimet me klorin dhe në komponimet e tjera, por, përkundrazi, natriumi e zëvendëson zinkun. Procesi «primar» jo vetëm që nuk është në gjendje t'i japë rrymës sasinë e lartpërmendur të energjisë, por përkundrazi, ka vetë nevojë që t'i vijë energji nga jashtë, që të mund të kryhet. Pra, vetëm me procesin «primar» ne përsëri nuk bëjmë dot asnjë hap përpara. Prandaj le të shohim se si zhvillohet në të vërtetë ky proces. Ne mendojmë se shndërrimi që ndodh këtu nuk shprehet me

* Shënim anës dorëshkrimit: «Po të supozohet se intensiteti i rrymës së 1 elementi të Danielit = 100». *Red.*



$$Zn + 2NaCl = ZnCl_2 + 2Na,$$

por me



$$Zn + 2NaCl + 2H_2O = ZnCl_2 + 2NaOH + H_2.$$

Me fjalë të tjera: natriumi nuk del në gjendje të lirë në elektrodën negative, por shndërrohet në hidroksid si më sipër në shembullin I (f. [156-157]).

Për llogaritjen e shndërrimeve të energjisë që ndodhin këtu kemi të paktën disa pika mbështetje në përcaktimet e Julius Tomsenit. Sipas tyre, kemi sasinë e mëposhtme të energjisë së çliruar në komponimet:

(Zn, Cl_2) =	97 210	
$(ZnCl_2$, aqua) =	15 630	
gjithsejt për $ZnCl_2$ e tretur:	112 840	njësi nxehtësie
2(N, O, H, aqua) =	223 620	» »
	336 460	» »

Nga kjo duhet zbritur sasia e energjisë së harxhuar për shpërbashkimet:

2(Na, Cl, aqua) =	193 020	njësi nxehtësie
$2(H_2, O)$ =	136 720	» »
	329 740	» »

Pra, teprica e energjisë së çliruar është = 6 720 njësi nxehtësie.

Sigurisht, kjo sasi energjie është e vogël për intensitetin e rrymës së prodhuar nga Pogendorfi, por ajo është e mjaftueshme për të shpjeguar, nga njëra anë, shkëputjen e natriumit prej klorit e, nga ana tjetër, formimin e rrymës në përgjithësi.

Këtu kemi një shembull jashtëzakonisht të qartë që tregon se dallimi midis proceseve primare e sekondare është krejt relativ dhe se, po ta marrim si diçka absolute,

biem në absurd. Po ta marrim procesin elektrolitik primar më vete, të veçuar, ai jo vetëm që nuk mund të prodhojë rrymë, por as ai vetë nuk mund të kryhet. Vetëm procesi sekondar, gjoja thjesht kimik, e bën të mundshëm procesin primar, duke dhënë, përveç kësaj, edhe të gjithë tepricën e energjisë së nevojshme për formimin e rrymës. Kështu që, në të vërtetë, ai na del si proces primar, ndërsa «primari» na del sekondar. Kur Hegeli, duke sulmuar metafizikanët dhe shkencëtarët që mendonin në mënyrë metafizike, i shndërronte dialektikisht dallimet dhe kundërtitë e ngurta të trilluara prej tyre në diçka të kundërt me atë që thoshin ata, atë e akuzonin se shtrembëronte fjalët e tyre. Por kur edhe natyra vepron me këto dallime e kundërti po ashtu si plaku Hegel, a nuk ka ardhur koha që ta studiojmë pakëz më thellë këtë çështje?

Është më e drejtë të quhen sekondare ato procese që, ndonëse zhvillohen *si rrjedhim* i procesit kimiko-elektrik në pilë ose i procesit elektro-kimik në enën elektrolitike, kryhen në mënyrë krejt të pavarur dhe të veçuar prej tij, d.m.th. ato procese që ndodhin në njëfarë largësie nga elektrodat. Prandaj shndërrimet e energjisë që kryhen në këto procese sekondare nuk hyjnë në procesin elektrik; ato as i heqin as i japin drejtpërsëdrejti energji këtij të fundit. Procese të tilla hasen shumë shpesh në enën elektrolitike; një shembull të tillë e kemi pasur më sipër në eksperimentin Nr. 1 me formimin e acidit sulfurik gjatë elektrolizës së sulfatit të natriumit. Por në enën elektrolitike ato paraqesin më pak interes. Kurse shfaqja e tyre në pilë ka shumë më tepër rëndësi praktike, sepse, megjithëqë ato as i japin e as i heqin drejtpërsëdrejti energji procesit kimiko-elektrik, prapëseprapë e ndryshojnë shumën e përgjithshme të energjisë që gjendet në pilë dhe ndikojnë kështu tërthorazi mbi procesin kimiko-elektrik.

Këtu hyjnë, përveç shndërrimeve kimike të mëvonshme të tipit të zakonshëm, fenomenet që shfaqen kur çlirohen jonet mbi elektrodat në një gjendje të ndryshme nga ajo e zakonshmja, kur janë të lira, dhe kur më vonë ato kalojnë në këtë gjendje të fundit vetëm pasi të jenë larguar nga elektrodat. Jonet në këtë rast mund ta ndryshojnë dendësinë e vet ose të kalojnë në një gjendje tjetër agregimi. Por ato mund të pësojnë ndryshime serioze edhe nga ana e strukturës së vet molekulare dhe ky është rasti më interesant. Në të gjitha këto raste ndryshimit sekondar kimik ose fizik të joneve, që ndodh në njëfarë largësie nga elektrodat, i përgjigjet një ndryshim analog termik; më të shumtën e herës kemi çlirim nxehtësie, e në disa raste konsumim të saj. Kuptohet vetiu se ky ndryshim termik kufizohet para së gjithash me vendin ku ndodh: lëngu në pilë ose në enën elektrolitike nxehet ose ftohet, kurse pjesët e tjera të qarkut të mbyllur mbeten të paprekura nga ky ndryshim. Prandaj kjo nxehtësi quhet nxehtësi *lokale*. Kështu që energjia kimike e çliruar që shërben për t'u shndërruar në elektricitet pakësohet ose shtohet me ekuivalentin e kësaj nxehtësie lokale pozitive ose negative të prodhuar në pilë. Sipas Favrit, në një pilë me peroksid hidrogjeni dhe me acid klorhidrik 2/3 e gjithë energjisë së çliruar konsumoheshin në formë nxehtësie lokale; përkundrazi, elementi i Grovit, pas mbylljes së qarkut, ftohej në mënyrë të ndjeshme dhe, si pasojë, duke përthithur nxehtësi i furnizonte pilës energji nga jashtë. Shohim, pra, se këto procese sekondare ndikojnë edhe ato vetë mbi procesin primar. Nga çdo anë që ta kapim çështjen që po shqyrtojmë dallimi midis proceseve primare dhe sekondare mbetet thjesht relativ dhe, zakonisht, zhduket përsëri në veprimin reciprok të tyre. Po ta harrosh këtë, po t'i marrësh këto kundërti relative si diçka absolute, në fund të fundit, siç e pamë edhe më sipër, do të biesh patjetër në kontradikta të pazgjidhshme.

Gjatë çlirimit elektrolitik të gazeve, elektrodat metalike, siç dihet, vishen me një shtresë të hollë gazi; si pasojë,

intensiteti i rrymës pakësohet derisa elektrodat të ngopen me gaz dhe atëherë menjëherë rryma e dobësuar bëhet përsëri konstante. Favri dhe Zilbermani provuan se edhe në një enë të tillë elektrolitike krijohet nxehtësi lokale, e cila mund të vijë vetëm ngaqë gazet çlirohen në elektrodat jo në gjendjen e tyre të zakonshme dhe ngaqë pas shkëputjes së tyre prej elektrodave ato kthehen në gjendjen e tyre të zakonshme vetëm me anë të një procesi të mëvonshëm, që lidhet me prodhimin e nxehtësisë. Po në ç'gjendje çlirohen gazet në elektrodat? Për këtë gjë është vështirë të shprehesh me kujdes më të madh se Videmani. Këtë gjendje ai e quan «të njohur», «alotropike», «aktive» dhe, më në fund, në rastin e oksigjenit, ngandonjëherë edhe «të ozonizuar». Kurse në rastin e hidrogjenit ai flet në një mënyrë edhe më misterioze. Aty-këtu ai shfaq pikëpamjen se ozoni dhe peroksidi i hidrogjenit janë format në të cilat realizohet kjo gjendje «aktive». Ozoni i është qepur aq keq autorit tonë, saqë ky edhe vetitë më elektronegative të disa peroksideve i shpjegon duke thënë se ato «ndoshta, përmbajnë një pjesë të oksigjenit *në gjendje të ozonizuar**»! (lib. I, f. 57). Me të vërtetë, gjatë së ashtuquajturës shpërbërje të ujit formohet si ozon, ashtu dhe peroksid hidrogjeni, vetëm se në sasi të pakta. Nuk ka asnjë arsye të supozohet se në këtë rast nxehtësia lokale kushtëzohet nga fakti se sasi më të mëdha ose më të vogla të të dy komponimeve të përmendura më sipër në fillim prodhohen, pastaj shpërbëhen. Ne nuk e dimë se ç'nxehtësi duhet që të formohet ozoni (O_3) prej atomesh *të lira* të oksigjenit. Për formimin e peroksidit të hidrogjenit prej H_2O (në gjendje të lëngët) + O, sipas Bertloit[108], duhet një nxehtësi = = 21 480; pra, formimi i këtij komponimi në sasi pak a shumë të mëdha do të duhej të kushtëzonte një shtesë të madhe energjie (rreth 30% të energjisë së nevojshme për

* Nënvizuar prej Engelsit. *Red.*

shpërbashkimin e H_2 dhe O), që do të binte në sy dhe që do të mund të provohej. Më në fund, ozoni dhe peroksidi i hidrogjenit do të shpjegonin vetëm fenomenet që kanë të bëjnë me oksigjenin (në qoftë se nuk marrim parasysh ndryshimet e drejtimit të rrymës, gjë që do t'i bënin të dy gazet të takoheshin në të njëjtën elektrodë), por jo ato që kanë të bëjnë me hidrogjenin. Mirëpo edhe ky i fundit çlirohet në gjendje «aktive», e madje në një gjendje të tillë që në kombinimin: solucion nitrat potasi midis elektrodave prej platini, hidrogjeni bashkohet me azotin, që çlirohet nga acidi dhe formon drejtpërsëdrejti amoniak.

Në të vërtetë të gjitha këto vështirësi dhe raste problematike nuk ekzistojnë. Çlirimi i lëndëve «në gjendje aktive» nuk është monopol i procesit elektrolitik. E njëjta gjë ndodh edhe në çdo shpërbërje kimike. Ajo e shpërbashkon elementin kimik të çliruar në fillim në formë atomesh të lira O, H, N etj., të cilat vetëm më vonë, pasi të jenë çliruar, mund të bashkohen në molekula O_2 H_2, N_2 etj., duke prodhuar gjatë këtij bashkimi një sasi të caktuar energjie, e cila deri tani nuk ka qenë e mundur të llogaritet dhe e cila shfaqet në formë nxehtësie. Por në atë interval jashtëzakonisht të shkurtër kur atomet janë të lira, ato janë bartëse të të gjithë asaj energjie që përgjithësisht mund të mbajnë; duke zotëruar maksimumin e energjisë së mundshme, ato mund të hyjnë lirisht në çdo kombinim që u përshtatet. Pra, ato janë «në gjendje aktive» në krahasim me molekulat O_2, H_2, N_2, të cilat e kanë dhënë tashmë një pjesë të kësaj energjie dhe nuk mund të hyjnë në kombinime me elemente të tjera, po të mos e rimarrin nga jashtë këtë sasi energjie që kanë dhënë. Prandaj s'kemi nevojë t'i drejtohemi vetëm ozonit dhe peroksidit të hidrogjenit, të cilët vetë nuk janë veçse produkte të kësaj gjendjeje aktive. Për shembull, përsa i përket formimit të amoniakut që përmendëm pak më sipër me anë të elektrolizës së nitratit të potasit, këtë ne mund ta bëjmë edhe pa

pilë, në mënyrë thjesht kimike, duke i shtuar acid nitrik ose një solucion nitrati një lëngu, në të cilin hidrogjeni çlirohet me anë të proceseve kimike. Gjendja aktive e hidrogjenit është e njëjtë në të dyja rastet. Por është interesante se në procesin elektrolitik ekzistenca jashtëzakonisht e shkurtër e atomeve të lira preket, si të thuash, me dorë. Ky proces ndahet në dy faza: elektroliza jep atome të lira në elektrodat, kurse kombinimi i tyre në molekula bëhet në njëfarë largësie nga elektrodat. Sado e vogël që të jetë kjo largësi nga pikëpamja e raporteve midis masave, ajo mjafton për të mos lejuar, të paktën në një pjesë të madhe, që energjia e çliruar me formimin e molekulave të harxhohet për procesin elektrik, dhe për të bërë që kjo energji të shndërrohet në nxehtësi, e pikërisht në nxehtësi lokale të pilës. Por kjo provon se pjesët përbërëse u ndanë në formë atomesh të lira dhe ekzistuan për një çast si atome të lira në pilë. Ky fakt, që në kiminë e kulluar mund të konstatohet vetëm me arsyetime teorike, këtu na provohet në mënyrë eksperimentale, me sa është e mundshme një gjë e tillë pa perceptimin ndijor të atomeve dhe të molekulave. Dhe këtu qëndron rëndësia shkencore shumë e madhe e së ashtuquajturës nxehtësi lokale të pilës.

Shndërimi i energjisë kimike në elektricitet me anë të pilës galvanike është një proces, për zhvillimin e të cilit ne nuk dimë pothuajse asgjë dhe për të cilin do të mund të mësojmë diçka më të përcaktuar vetëm atëherë kur të njihemi më mirë me *modus operandi** të vetë lëvizjes elektrike.

Pilës i vishet njëfarë «force elektrike ndarëse», që është krejt e përcaktuar për secilën pilë të veçantë. Siç e-

* — mënyrën e veprimit. *Red.*

pamë që në fillim, Videmani qe i detyruar të pranonte se kjo forcë elektrike ndarëse nuk është një formë e caktuar energjie. Përkundrazi, ajo, para së gjithash, nuk është gjë tjetër veçse aftësia, vetia e kësaj ose asaj pile për të shndërruar në elektricitet, në njësinë e kohës, një sasi të caktuar energjie kimike të çliruar. Vetë kjo energji kimike gjatë gjithë procesit nuk merr kurrë formën e «forcës elektrike ndarëse», por, përkundrazi, menjëherë dhe drejtpërdrejt merr formën e së ashtuquajturës «forcë elektrolëvizore», d.m.th. të lëvizjes elektrike. Në qoftë se në jetën e përditshme flitet për forcën e ndonjë makine me avull në kuptimin që ajo është në gjendje të shndërrojë, në njësinë e kohës, një sasi të caktuar nxehtësie në lëvizje masash, kjo nuk është aspak një arsye për ta bartur edhe në shkencë këtë ngatërrim konceptesh. Do të mund të flitej po aq mirë për forcë të ndryshme të pistoletës, të karabinës, të pushkës me tytë pa vjaska dhe të pushkës me predha të zgjatuara, sepse me mbushje të njëjtë baruti dhe me të njëjtën peshë plumbi kanë largësi të ndryshme qitjeje. Por këtu bie menjëherë në sy absurditeti i kësaj mënyre të shprehuri. Të gjithë e dinë se shkaku që vë në lëvizje plumbin është ndezja e barutit dhe se largësia e qitjes së një arme varet vetëm e vetëm nga harxhimi më i madh apo më i vogël i energjisë sipas gjatësisë së tytës, nga lodra[109] dhe nga forma e plumbit. Por e njëjta gjë vlen edhe për forcën e avullit dhe për forcën elektrike ndarëse. Dy makina me avull, në kushte të tjera të njëjta, d.m.th. duke supozuar se në të dyja në intervale të njëjta kohe çlirohen sasi të barabarta energjie, ose dy pila galvanike që u përgjigjen të njëjtave kushte dallohen nga njëra-tjetra përsa i përket punës që kryejnë vetëm nga sasia më e madhe apo më e vogël e energjisë që harxhohet në to. Dhe në qoftë se deri më sot teknika e armëve të zjarrit e të gjitha ushtrive ka shkuar përpara pa pasur nevojë të pra-

nojë ekzistencën e ndonjë force të veçantë qitjeje të armëve, për shkencën e elektricitetit është krejt e pafalshme të pranojë ekzistencën e një «force elektrike ndarëse» të ngjashme me këtë forcë qitjeje, e një force që nuk ka absolutisht kurrfarë energjie dhe, si pasojë, nuk mund të bëjë vetë as një të miliontën e miligrammilimetrit punë.

E njëjta gjë vlen edhe për formën e dytë të kësaj «force ndarëse», për «forcën elektrike të kontaktit të metaleve» që përmend Helmholci. Ajo nuk është gjë tjetër veçse vetia e metaleve për të shndërruar në elektricitet me anë të kontaktit të tyre energjinë që ekziston në ndonjë formë tjetër. Pra, edhe ajo është një forcë që nuk përmban asnjë thërrime energjie. Le të supozojmë së bashku me Videmanin se burimi i energjisë së elektricitetit të kontaktit është forca e gjallë e lëvizjes së adezionit; në këtë rast kjo energji në fillim ekziston në formën e kësaj lëvizjeje të masave dhe, kur zhduket kjo, shndërrohet menjëherë në lëvizje elektrike pa marrë për asnjë çast formën e «forcës elektrike të kontaktit».

Dhe tani për më tepër na sigurojnë se forca elektrolëvizore, d.m.th. energjia kimike që rishfaqet në formën e lëvizjes elektrike qenka në përpjesëtim me këtë «forcë elektrike ndarëse», e cila jo vetëm që nuk përmban kurrfarë energjie, por nga vetë thelbi i saj *as që mund* ta përmbajë atë! Ky proporcionalitet midis joenergjisë dhe energjisë duket qartë se i përket asaj matematike, në të cilën figuron «raporti midis njësisë së elektricitetit dhe miligramit»*. Por prapa kësaj forme absurde, e cila ekziston vetëm e vetëm sepse një *veti* e zakonshme merret këtu si një *forcë* mistike, fshihet një tautologji fare e thjeshtë: aftësia e një pile të caktuar për ta shndërruar energjinë kimike të çliruar në elektricitet matet — me se? — me raportin midis sasisë së energjisë që rishfaqet në qark si elektricitet dhe energjisë kimike të harxhuar në pilë. Ja, kjo është e gjitha.

* Shih këtë libër, f. 124. *Red.*

Për të arritur në një forcë elektrike ndarëse duhet të merret seriozisht fiksioni i dy lëngjeve elektrike, të cilin ne e pranojmë vetëm nga nevoja. Për t'i bërë këto lëngje të kalojnë nga gjendja e tyre asnjanëse në gjendje polariteti, d.m.th. për t'i shkëputur nga njëri-tjetri, duhet një harxhim i caktuar energjie — forca elektrike ndarëse. Pasi të jenë ndarë nga njëri-tjetri këto dy elektricitete, po të bashkohen prapë, mund të japin përsëri të njëjtën sasi energjie — forcën elektrolëvizore. Por meqë në kohën tonë asnjeri, pa përjashtuar as Videmanin, nuk i quan këto dy elektricitete si diçka që ekziston realisht, të ndalesh me hollësi në këto lloj pikëpamjesh do të thotë të shkruash për të vdekurit.

Gabimi kryesor i teorisë së kontaktit është se ajo nuk çlirohet dot nga ideja se gjoja forca e kontaktit, ose forca elektrike ndarëse, është një *burim energjie*, gjë që, sigurisht, ishte e vështirë pasi vetia e thjeshtë e një aparati për të bërë të mundshëm shndërrimin e energjisë u kthye në një *forcë:* sepse *forca* duhet të jetë pikërisht një formë e caktuar energjie. Meqenëse Videmani nuk çlirohet dot nga kjo ide e paqartë mbi forcën, ndonëse krahas saj ai është i detyruar të pranojë edhe idetë moderne mbi paasgjësueshmërinë dhe pakrijueshmërinë e energjisë, ai bie në shpjegimin absurd Nr. 1 të rrymës që përmendëm më sipër dhe në të gjitha kontradiktat që pamë më vonë.

Në qoftë se shprehja «forcë elektrike ndarëse» është drejtpërdrejt absurde, shprehja «forcë elektrolëvizore» është të paktën e tepërt. Ne kemi pasur motorë termikë shumë kohë para motorëve elektrikë, e megjithatë teoria e nxehtësisë ia del fare mirë edhe pa ndonjë forcë termolëvizore të veçantë. Ashtu sikurse shprehja e thjeshtë «nxehtësi» përfshin të gjitha fenomenet e lëvizjes që i përkasin kësaj forme të energjisë, edhe shprehja «elektri-

Raulit, një intensitet rryme prej 73*; dhe që me një ndërtim të përshtatshëm të pilës ato mund të japin një intensitet rryme që i përgjigjet sasisë shumë të madhe të energjisë së çliruar me kombinimin e tyre, kjo provohet me faktin se pilat më të fuqishme që njohim bazohen pothuajse vetëm e vetëm në formimin e kripërave alkaline, për shembull pila e Uitstonit: platin, klorur platini, amalgam kaliumi, intensitet rryme — 230; peroksid plumbi, acid sulfurik i holluar, amalgam kaliumi — 326; peroksid manganezi në vend të peroksidit të plumbit — 280; dhe sa herë që në vend të amalgamit të kaliumit është përdorur amalgam zinku, intensiteti i rrymës ka rënë gati plot 100. Po kështu edhe Beeci në pilën: peroksid i ngurtë manganezi, solucion permanganati të kaliumit, solucion hidroksidi të kaliumit, kalium, prodhoi një intensitet rryme 302; pastaj: platin, acid sulfurik i holluar, potas — 293,8; Xhoulli: platin, acid nitrik, solucion hidroksidi të kaliumit, amalgam kaliumi — 302. «Shkaku» i këtyre rrymave jashtëzakonisht të fuqishme është pa dyshim kombinimi i acidit me bazën ose me metalin alkalin dhe sasia shumë e madhe e energjisë së çliruar në këtë rast[110].

Pak faqe më tej Videmani shkruan përsëri:

«Por nuk duhet harruar se si masë e forcës elektrolëvizore në qarkun e mbyllur nuk duhet marrë drejtpërsëdrejti ekuivalenti i punës së të gjithë veprimit kimik që shfaqet në vendin e kontaktit të trupave heterogjenë. Për shembull, në qoftë se në pilën e Bekërelit me acid dhe me bazë» *(iterum Crispinus!)*[111] «bashkohen të dyja këto lëndë; në qoftë se në pilën: platin, salnitër i shkrirë, qymyr — qymyri digjet; në qoftë se në një pilë të zakonshme: bakër, zink i papastër, acid sulfurik i holluar — zinku tretet shpejt duke formuar rryma lokale, atëherë një pjesë e madhe e punës së bërë në këto procese kimike» (duhej thënë: e energjisë së çliruar) «. . . shndërrohet në nxehtësi dhe kështu humb për gjithë qarkun» (lib. I, f. 798).

* Këtej e tutje kudo intensiteti i rrymës i elementit të Danielit do të merret = 100.

Në të gjitha këto procese kemi humbje energjie në pilë; ato nuk kanë të bëjnë me faktin se lëvizja elektrike lind nga shndërrimi i energjisë kimike, por vetëm me sasinë e energjisë së shndërruar.

Studiuesit e elektricitetit kanë harxhuar jashtëzakonisht shumë kohë dhe mund për të ndërtuar pila të shumëllojshme dhe për të matur «forcën elektrolëvizore» të tyre. Në materialin eksperimental të grumbulluar nga kjo punë ka shumë gjëra të çmueshme, por, sigurisht, ka edhe më tepër gjëra pa vlerë. Ç'vlerë shkencore kanë, për shembull, eksperimentet, në të cilat si elektrolit përdoret «uji», që, siç është provuar nga F. Kolraushi, është përcjellësi më i keq e, pra, edhe elektroliti më i keq, eksperimente në të cilat, si rrjedhim, procesi bëhet i mundshëm jo me anë të ujit, por të lëndëve të tjera që ai përmban e që ne nuk i njohim?* E megjithatë, për shembull, gati gjysma e të gjitha eksperimenteve të Fehnerit mbështetet gjithashtu në përdorimin e ujit, madje edhe *«experimentum crucis»*[112] i tij, me ndihmën e të cilit ai deshi të ngrinte në mënyrë të patundur teorinë e kontaktit mbi gërmadhat e teorisë kimike. Siç shihet edhe nga kjo, gati në të gjitha eksperimentet në përgjithësi, me pak përjashtime, proceset kimike në pilë nuk përfilleshin pothuajse fare, megjithëse ato janë burimi i vërtetë i së ashtuquajturës forcë elektrolëvizore. Por ka një varg të tërë pilash të tilla, nga formulat kimike të të cilave nuk mund të nxirret asnjë përfundim i saktë për shndërrimet kimike që ndodhin në to pas mbylljes së qarkut. Përkundrazi, siç thotë Videmani (lib. I, f. 797), «nuk mund të mohohet se ne ende nuk jemi në gjendje që t'i vërejmë të gjitha rastet e tërheqjeve kimi-

* Një shtyllë uji shumë të pastër, të prodhuar nga Kolraushi, e gjatë 1 *mm;* paraqiste po aq rezistencë, sa do të paraqiste një tel bakri me të njëjtën trashësi e me një gjatësi afërsisht sa diametri i orbitës së Hënës (Nauman, «Kimia e përgjithshme», f. 729).

ke që ndodhin në pilë». Prandaj përsa i përket anës kimike të fenomeneve që po shqyrtojmë — anë që po bëhet gjithnjë më e rëndësishme, të gjitha eksperimentet e këtij lloji nuk kanë vlerë derisa të mos përsëriten në kushte të tilla që të mund të kontrollohen këto procese.

Në këto eksperimente shndërrimet e energjisë që ndodhin në pilë merren parasysh vetëm si përjashtim. Shumë prej tyre kanë qenë kryer përpara se të njihej në shkencat e natyrës ligji i ekuivalencës së lëvizjes dhe është bërë traditë që ato të kalojnë nga një tekst në tjetrin ashtu siç janë, të paverifikuara e të papërfunduara. Në qoftë se përpara thuhej se elektriciteti nuk ka plogëti (pohim që ka po aq kuptim, sa edhe fraza: shpejtësia nuk ka peshë specifike), kjo nuk mund të thuhet në asnjë mënyrë për *teorinë* e elektricitetit.

Deri tani elementin galvanik e kemi parë si një pajisje, në të cilën, me anë të marrëdhënieve të kontaktit që janë vendosur në të, energjia kimike, në një mënyrë hëpërhë të panjohur prej nesh, çlirohet dhe shndërrohet në elektricitet. Po kështu edhe enën elektrolitike ne e kemi parë si një aparat ku zhvillohet procesi i kundërt, dhe pikërisht ku lëvizja elektrike shndërrohet në energji kimike dhe përdoret si e tillë. Në këtë rast ne qemë të detyruar të nxirrnim në plan të parë anën kimike të procesit, të cilën nuk e kanë përfillur fare studiuesit e elektricitetit, sepse vetëm kështu do të mund të shpëtonim nga kaosi i pikëpamjeve që na ka lënë teoria e vjetër e kontaktit dhe ajo e dy lëngjeve elektrike. Tani që i dhamë fund kësaj duhet të sqarojmë çështjen nëse procesi kimik në pilë zhvillohet në të njëjtat kushte si edhe jashtë saj, apo këtu vihen re fenomene të veçanta që varen nga nxitja elektrike.

Në çdo shkencë pikëpamjet e gabuara (po të mos flasim për gabimet e vrojtimit), në fund të fundit, janë pikëpamje të gabuara për fakte që janë të sakta. Faktet mbeten, edhe në qoftë se pikëpamjet që ekzistojnë në lidhje me to janë të gabuara. Edhe nëse e flakëm teorinë e vjetër të kontaktit, prapëseprapë faktet e konstatuara nga studiuesit, për shpjegimin e të cilave duhej të shërbente ajo, mbeten. Le t'i shohim, pra, këto fakte dhe bashkë me to edhe anën thjesht elektrike të procesit në pilë.

Nuk ka diskutim se në kontaktin midis trupash heterogjenë, qoftë kur ka ndryshime kimike qoftë kur nuk ka, shkaktohet një nxitje elektrike, e cila mund të diktohet me anën e një elektroskopi ose të një galvanometri. Në disa raste, siç e pamë në fillim, është vështirë të gjendet burimi i energjisë së këtyre fenomeneve jashtëzakonisht të papërfillshme të lëvizjes; mjafton të thuhet se ekzistencën e një burimi të tillë të jashtëm e pranojnë të gjithë.

Kolraushi botoi në vjetët 1850-1853 një sërë eksperimentesh, në të cilat ai kishte bashkuar dy nga dy pjesët përbërëse të ndryshme të një pile, duke përcaktuar tensionet e elektricitetit statik që prodhoheshin në çdo rast; sipas mendimit të tij, forca elektrolëvizore e elementit duhet të jetë e përbërë nga shuma algjebrike e këtyre tensioneve. Kështu, për shembull, duke e marrë tensionin e Zn/Cu=100, ai i llogarit forcat relative të elementeve të Danielit dhe të Grovit si vijon:

Për elementin e Danielit:

$$Zn/Cu + \text{amalg.}Zn/H_2SO_4 + Cu/SO_4Cu = 100 + 149 - 21 = 228.$$

Për elementin e Grovit:

$$Zn/Pt + \text{amalg. } Zn/H_2SO_4 + Pt/HNO_3 = 107 + 149 + 149 = 405,$$

gjë që pajtohet afërsisht me matjen e drejtpërdrejtë të

intensitetit të rrymës së këtyre elementeve. Por këto rezultate nuk janë aspak të sigurta. Së pari, vetë Videmani vëren se Kolraushi sjell vetëm rezultatin përfundimtar «pa dhënë», mjerisht, asnjë shifër për rezultatet e eksperimenteve të veçanta [lib. I, f. 104]. Dhe, së dyti, vetë Videmani pohon më se një herë se të gjitha përpjekjet për të përcaktuar në mënyrë sasiore nxitjet elektrike, që ndodhin në kontaktin midis metaleve, e sidomos në kontaktin midis metaleve dhe lëngjeve, janë të paktën shumë të pasigurta për shkak të burimeve të shumta e të pashmangshme të gabimeve. Ndonëse, megjithëkëtë, ai më se një herë përdor shifrat e Kolraushit, ne do të bëjmë më mirë të mos e ndjekim rrugën e tij, aq më tepër që ka një mënyrë tjetër përcaktimi, kundër së cilës nuk mund të bëhen këto vërejtje.

Po të zhyten në lëng të dy pllakat nxitëse të një pile dhe të lidhen me skajet e galvanometrit, duke e mbyllur kështu qarkun, atëherë, sipas Videmanit, «shtëmëngia fillestare e gjilpërës magnetike të galvanometrit, para se ndryshimet kimike të kenë ndryshuar intensitetin e nxitjes elektrike, është një masë e shumës së forcave elektrolëvizore në qarkun e mbyllur» [lib. I, f. 62]. Pra, pila me intensitete të ndryshme japin shtëmëngie fillestare të ndryshme, dhe madhësia e këtyre shtëmëngieve fillestare është në përpjesëtim me intensitetin e rrymës së pilave përkatëse.

Mund të duket sikur këtu kemi përpara në një formë që mund të preket me dorë «forcën elektrike ndarëse», «forcën e kontaktit», që shkakton një lëvizje pavarësisht nga çdo veprim kimik. Në fakt, pikërisht kështu mendon gjithë teoria e kontaktit. Dhe me të vërtetë, këtu kemi një raport midis nxitjes elektrike dhe veprimit kimik, të cilin nuk e kemi studiuar ende deri tani. Për të kaluar në këtë raport, ne do të shohim para së gjithash pak më afër të ashtuquajturin ligj të forcave elektrolëvizore; me këtë rast do të bindemi se edhe këtu pikëpamjet tradicionale të

teorisë së kontaktit jo vetëm që nuk japin kurrfarë shpjegimi, por përsëri ia mbyllin drejtpërsëdrejti rrugën çdo shpjegimi.

Po të marrin çfarëdo elementi galvanik të përbërë prej dy metalesh dhe një lëngu, për shembull, prej zinku, acidi klorhidrik të holluar dhe bakri, dhe të vendosim në të ndonjë metal të tretë, për shembull, një pllakë platini pa e lidhur atë me tel me pjesën e jashtme të qarkut, shtëmëngia fillestare e galvanometrit do të jetë krejt e njëjtë si *pa* pllakën prej platini. Pra, kjo e fundit nuk ushtron kurrfarë ndikimi për nxitjen e elektricitetit. Por në gjuhën e mbrojtësve të forcës elektrolëvizore kjo gjë nuk shprehet aq thjesht. Ja si thonë ata:

«Në vend të forcës elektrolëvizore të zinkut dhe të bakrit në lëng, tani u shfaq shuma e forcave elektrolëvizore të zinkut e platinit dhe të platinit e bakrit. Meqë vendosja e pllakës prej platini nuk e ndryshoi në mënyrë të dukshme rrugën e elektriciteteve, nga të dhënat e barabarta të galvanometrit në të dy rastet mund të nxjerrim përfundimin se forca elektrolëvizore e zinkut dhe e bakrit në lëng është e barabartë me forcën elektrolëvizore të zinkut dhe të platinit plus forcën elektrolëvizore të platinit dhe të bakrit në të njëjtin lëng. Kjo do t'i përgjigjej teorisë së Voltës mbi nxitjen e elektricitetit midis vetë metaleve. Ky rezultat, i vlefshëm për çdo lëng e metal, shprehet kështu:

Metalet gjatë nxitjes së tyre elektrolëvizore nga lëngjet i nënshtrohen ligjit të serisë voltaike. Ky ligj quhet edhe *ligji i forcave elektrolëvizore*» (Videman, lib. I, f. 62).

Kur thonë se në këtë kombinim platini nuk vepron fare si nxitës i elektricitetit, shprehin një fakt të thjeshtë. Por kur thonë se ai prapëseprapë vepron si nxitës i elektricitetit, por në dy drejtime të kundërta me intensitet të barabartë në të dy drejtimet, kështu që veprimi i tij mbetet i barabartë me zero, me këtë ata e shndërrojnë faktin në një hipotezë vetëm për t'i bërë nder «forcës elektrolëvizore». Në të dy rastet platini luan rolin e një figuranti.

Në çastin e shtëmëngies së parë të gjilpërës së galvanometrit nuk kemi ende qark të mbyllur. Pa filluar të shpërbëhet në pjesët përbërëse, acidi nuk është përcjellës i mirë i elektricitetit; ai mund ta përcjellë elektricitetin vetëm me anë të joneve. Në qoftë se metali i tretë nuk vepron mbi shtëmëngien fillestare, kjo ndodh vetëm sepse ai është ende *i izoluar*.

Po si sillet ky metal i tretë *pasi* të jetë vendosur rryma e vazhdueshme dhe gjatë kohës që vazhdon ajo?

Në serinë voltaike të metaleve në shumicën e lëngjeve zinku vendoset, pas metaleve alkaline, në skajin pozitiv, platini — në skajin negativ, ndërsa bakri — midis tyre. Prandaj, po të vendoset platini, siç u tha më sipër, midis bakrit dhe zinkut, ai do të jetë negativ ndaj të dyve; rryma në lëng — në qoftë se platini do të vepronte, — do të duhej të rridhte nga zinku dhe nga bakri drejt platinit, d.m.th. nga të dy elektrodat drejt platinit që nuk është i lidhur me qarkun, gjë që është një *contradictio in adjecto**. Kushti kryesor për veprimin e disa metaleve në pilë është pikërisht që nga jashtë ato të jenë të lidhura midis tyre në qark të mbyllur. Një metal që nuk është i lidhur, i tepërt, në pilë mbetet jopërcjellës; ai as nuk mund të formojë jone, as nuk mund t'i lërë ato të kalojnë, dhe pa jone ne nuk dimë që të ketë përcjellshmëri në elektrolitet. Kështu, ky metal jo vetëm që luan rolin e një figuranti, por bëhet edhe pengesë, sepse i detyron jonet që t'i bien përqark tij.

E njëjta gjë ndodh edhe po të bashkojmë zinkun me platinin dhe të vendosim midis tyre bakrin të palidhur. Këtu bakri, — në qoftë se do të vepronte, — do të duhej të shkaktonte një rrymë nga zinku te bakri dhe një rrymë

* — kontradiktë në cilësor, d.m.th. kontradiktë absurde e tipit «katror i rrumbullakët», «hekur i drunjtë». *Red.*

tjetër nga bakri te platini; pra, ai do të duhej të luante rolin e një elektrode të ndërmjetme dhe të çlironte në faqen e kthyer nga zinku hidrogjen të gaztë, gjë që përsëri është e pamundur.

Po të flakim mënyrën tradicionale me të cilën shprehen përkrahësit e forcës elektrolëvizore, rasti që pamë merr një formë fare të thjeshtë. Pila galvanike, siç e pamë, është një aparat që çliron energji kimike dhe e shndërron në elektricitet. Ajo përbëhet zakonisht prej një ose disa lëngjeve dhe dy metaleve që shërbejnë si elektroda, të cilat duhet të jenë të lidhura midis tyre jashtë lëngut me ndonjë përcjellës. Ky është i gjithë aparati. Çfarëdo trupi tjetër që të zhysim në lëngun nxitës të elektricitetit, pa e lidhur me pjesën e jashtme të qarkut, qoftë ky trup metal, qelq, rrëshirë apo diçka tjetër, ai nuk mund të marrë pjesë në procesin kimiko-elektrik që kryhet në pilë, d.m.th. në formimin e rrymës pa e ndryshuar kimikisht lëngun; më e shumta që mund të bëjë ai është *të pengojë* procesin. Cilado qoftë aftësia e nxitjes elektrike e një metali të tretë të zhytur në lëng ndaj këtij lëngu dhe ndaj njërit ose të dy elektrodave të pilës, ajo nuk mund të veprojë pa u lidhur ky metal me qarkun e mbyllur jashtë lëngut.

Nga kjo shohim se e gabuar nuk është vetëm mënyra e lartpërmendur me të cilin Videmani e *ka nxjerrë* të ashtuquajturin ligj të forcave elektrolëvizore, por edhe kuptimi që i jep Videmani këtij ligji. Nuk mund të flitet për veprimtari elektrolëvizore, që kompensohet, të metalit të palidhur me qarkun, sepse kësaj veprimtarie i është hequr qysh përpara i vetmi kusht në të cilin ajo mund të zhvillohet; dhe po kështu i ashtuquajturi ligj i forcave elektrolëvizore nuk mund të nxirret nga një fakt që nuk hyn në sferën e kompetencave të tij.

Plaku Pogendorf botoi më 1845 një varg eksperimentesh, në të cilat ai pat matur forcën elektrolëvizore të pilave më të ndryshme, d.m.th. pat përcaktuar sasinë e

elektricitetit që jep secila pilë në njësinë e kohës. Vlerë të veçantë midis këtyre eksperimenteve kanë sidomos 27 të parat; në secilin nga këto eksperimente tri metale të caktuara janë bashkuar me radhë dy nga dy në të njëjtin lëng nxitës duke formuar tri pila të ndryshme; këto pila janë studiuar dhe janë krahasuar midis tyre përsa i përket sasisë së elektricitetit që kanë dhënë. Si përkrahës fanatik i teorisë së kontaktit Pogendorfi vendoste çdo herë në pilë edhe metalin e tretë të palidhur me qarkun dhe kështu pati kënaqësinë të bindej se në të 81 pilat ky «i treti në besëlidhje»[113] mbetej figurant i thjeshtë. Mirëpo rëndësia e këtyre eksperimenteve nuk qëndron këtu, por në vërtetimin e të ashtuquajturit ligj të forcave elektrolëvizore dhe në përcaktimin e kuptimit të saktë të tij.

Le të ndalemi në atë varg pilash, ku bashkohen dy nga dy në acid klorhidrik të holluar zinku, bakri dhe platini. Këtu, sipas Pogendorfit, po të merret forca e elementit të Danielit = 100, sasitë e elektricitetit të prodhuar kanë qenë si vijon:

Zink-bakër	78,8
Bakër-platin	74,3
Shuma	153,1
Zink-platin	153,7

Pra, zinku i lidhur drejtpërsëdrejti me platinin dha gati krejt të njëjtën sasi elektriciteti që dha edhe zink-bakri plus bakër-platini. E njëjta gjë ndodhi edhe në të gjitha pilat e tjera, pavarësisht nga lëngjet dhe nga metalet e përdorura. Në qoftë se me një varg metalesh të zhytura në të njëjtin lëng nxitës do të formohen pila galvanike në një mënyrë të tillë që këto metale të vendosen sipas rendit të serisë voltaike të metaleve që i përgjigjet lëngut të dhënë, dhe që çdo metal që vjen pas të shërbejë si elektrodë negative për paraardhësin dhe si elektrodë pozitive për pasardhësin, atëherë shuma e sasive të elektricitetit që japin të gjitha këto pila është e barabartë me sasinë e elektricitetit që jep pila e formuar duke lidhur drejtpërsëdrejti dy përfaqësuesit ekstremë të të gjithë serisë së metaleve. Kështu, për shembull, në acidin klorhidrik të holluar sasitë e elektricitetit që japin së bashku pilat: zink-kallaj, kallaj-hekur, hekur-bakër, bakër-argjend, argjend-platin, do të ishin baras me tërë sasinë e elektricitetit që jep pila zink-platin; një bateri galvanike e përbërë prej të gjitha elementeve të serisë së lartpërmendur, duke mbetur të njëjta kushtet e tjera, do të neutralizohej krejt nga elementi zink-platin, rryma e të cilit do të lëvizte në drejtimin e kundërt.

Nga kjo pikëpamje i ashtuquajturi ligj i forcave elektrolëvizore merr një vlerë reale e të rëndësishme. Ai na zbulon një anë të re të lidhjes reciproke midis veprimit kimik dhe atij elektrik. Deri tani, duke studiuar kryesisht *burimin* e energjisë së rrymës galvanike, ky burim — shndërrimi kimik — na është paraqitur si ana aktive e procesit; ndërsa elektriciteti lindte nga ky burim dhe prandaj na paraqitej në fillim si diçka pasive. Tani raporti përmbyset. Nxitja elektrike, e kushtëzuar nga vetitë e trupave heterogjenë që janë vënë në kontakt me njëri-tjetrin në pilë, nuk mund as t'i shtojë as t'i heqë energji veprimit kimik (veçse duke e shndërruar energjinë e çliruar në elektricitet); por, sipas ndërtimit të pilës, ajo ose mund ta shpejtojë, ose mund ta ngadalësojë këtë veprim. Në qoftë se pila: zink — acid klorhidrik i holluar — bakër i jep rrymës në njësinë e kohës vetëm gjysmën e sasisë së elektricitetit që jep pila: zink—acid klorhidrik i holluar — platin, atëherë, po të shprehemi me gjuhën e kimisë, kjo do të thotë se pila e parë jep në njësinë e kohës vetëm gjysmën e sasisë së klorurit të zinkut e të hidrogjenit që jep pila e dytë. *Pra, veprimi kimik u dyfishua, ndonëse kushtet thjesht kimike mbetën të pandryshuara.* Nxitja

elektrike u bë rregulluese e veprimit kimik; tani ajo na paraqitet si ana aktive e të gjithë procesit, ndërsa veprimi kimik — si ana pasive.

Kështu shpjegohet fakti që një varg i tërë procesesh, të cilat më parë shikoheshin si procese thjesht kimike, tani paraqiten si elektrokimike. Acidi i holluar edhe në qoftë se vepron mbi zinkun e pastër kimikisht, vepron shumë pak; porse zinku i zakonshëm, që shitet në treg, tretet shpejt në të duke formuar kripë e duke çliruar hidrogjen; ai përmban përzierje metalesh të tjera dhe qymyri të përhapura në mënyrë jo të njëllojtë në pjesët e ndryshme të sipërfaqes së tij. Midis tyre dhe vetë zinkut formohen në acid rryma lokale, dhe ato pjesë ku ka zink formojnë elektrodat pozitive, ndërsa metalet e tjera — elektrodat negative, mbi të cilat çlirohen bula hidrogjeni. Po kështu tani shikohet si fenomen elektrokimik kur hekuri i zhytur në një solucion sulfat bakri vishet me një shtresë bakri; dhe pikërisht ky fenomen shikohet si i kushtëzuar nga rrymat që lindin midis pjesëve heterogjene të sipërfaqes së hekurit.

Në përputhje me këtë ne konstatojmë gjithashtu se seritë voltaike të metaleve në lëngjet i përgjigjen në përgjithësi rendit, në të cilin vendosen metalet duke i zënë vendin njëri-tjetrit në komponimet e tyre me alogjenët dhe me radikalet acide. Në skajin ekstrem negativ të serive voltaike zakonisht gjejmë metale të grupit të arit: ar, platin, paladium, rodium, të cilët oksidohen me vështirësi, mbi të cilët pothuajse nuk veprojnë ose nuk veprojnë fare acidet dhe të cilët zëvendësohen lehtë në kripërat e tyre nga ana e metaleve të tjera. Në skajin ekstrem pozitiv gjenden metalet alkaline, të cilat kanë veti krejt të kundërta: ato mezi mund të ndahen prej oksideve të tyre duke harxhuar një sasi shumë të madhe energjie; ato hasen në natyrë gati vetëm e vetëm në formë kripërash dhe kanë afëri më të madhe nga të gjitha metalet me alogjenët dhe me

radikalet acide. Midis këtyre dy grupeve zënë vend metalet e tjera në një rend pak të ndryshëm, por në një mënyrë të tillë që në përgjithësi vetitë e tyre elektrike e kimike përputhen. Renditja e secilit nga këto metale ndryshon sipas lëngjeve dhe nuk mund të thuhet se është përcaktuar përfundimisht qoftë edhe vetëm për ndonjë lëng. Madje edhe mund të dyshohet nëse ka në përgjithësi një seri të tillë voltaike absolute metalesh për ndonjë lëng të veçantë. Po të marrim pila dhe enë elektrolitike të ndërtuara si duhet, dy copa të të njëjtit metal mund të shërbejnë në to edhe si elektroda pozitive edhe si elektroda negative, d.m.th. i njëjti metal mund të jetë ndaj vetvetes si pozitiv ashtu edhe negativ. Në pilat termoelektrike që e shndërrojnë nxehtësinë në elektricitet, duke u shtuar shumë ndryshimi i temperaturës në të dy pikat e saldimit, drejtimi i rrymës ndërron krejt: metali, që në fillim ishte pozitiv, bëhet negativ dhe anasjelltas. Po kështu nuk ka ndonjë seri absolute, sipas së cilës metalet t'i zënë vendin njëri-tjetrit në komponimet e veta kimike me ndonjë alogjen ose me një radikal acidi të caktuar; duke prurë energji në formë nxehtësie, në shumë raste ne mund ta ndryshojmë e ta përmbysim pothuajse kur të duam renditjen e serisë që ekziston në temperaturë të zakonshme.

Pra, këtu gjejmë një veprim reciprok origjinal midis kimizmit dhe elektricitetit. Veprimi kimik në pilë që i jep elektricitetit gjithë energjinë e nevojshme për formimin e rrymës, nga ana e vet, në shumë raste shkaktohet vetëm pasi fillojnë tensionet elektrike që krijohen në pilë dhe në të gjitha rastet rregullohet përsa i përket anës sasiore nga këto tensione. Në qoftë se përpara proceset në pilë na paraqiteshin si procese kimiko-elektrike, tani shohim se ato janë në të njëjtën masë edhe elektro-kimike. Nga pikëpamja e formimit të rrymës *së vazhdueshme* veprimi kimik paraqitej si moment primar, kurse nga pikëpamja e *nxitjes* së rrymës ai është një faktor sekondar,

i dorë së dytë. Veprimi reciprok përjashton çdo gjë absolutisht primare e absolutisht sekondare; por në të njëjtën kohë ai është një proces i dyanshëm, i cili prej vetë natyrës së vet mund të shikohet nga dy pikëpamje të ndryshme; madje, për ta kuptuar në tërësi, është e domosdoshme që ai të studiohet veç e veç në fillim nga njëra pikëpamje, pastaj nga pikëpamja tjetër, para se të mund të nxirret tërë rezultati. Por në qoftë se i përmbahemi në mënyrë të njëanshme vetëm njërës pikëpamje duke e marrë si absolute në kundërshtim me tjetrën ose në qoftë se hidhemi arbitrarisht nga njëra pikëpamje në tjetrën, sipas nevojës së arsyetimeve tona të çastit, atëherë do të mbetemi skllevër të mendimit të njëanshëm metafizik; do të na shpëtojë nga duart lidhja e së tërës dhe do të biem nga një kontradiktë në tjetrën.

Më sipër pamë se, sipas Videmanit, shtëmëngia fillestare e galvanometrit, — menjëherë pasi të jenë zhytur pllakat metalike në lëngun e pilës dhe para se ndryshimet kimike të kenë ndryshuar intensitetin e nxitjes elektrike, — «është një masë e shumës së forcave elektrolëvizore në qarkun e mbyllur».

Deri tani e ashtuquajtura forcë elektrolëvizore na është paraqitur si një formë e veçantë energjie, e cila në rastin tonë lindi në sasi ekuivalente nga energjia kimike dhe në procesin e mëtejshëm u shndërrua përsëri në sasi ekuivalente nxehtësie, lëvizjeje masash etj. Kurse këtu papritur ne mësojmë se «shuma e forcave elektrolëvizore në qarkun e mbyllur» ekziston edhe *para* se ndryshimet kimike të kenë çliruar këtë energji, me fjalë të tjera, mësojmë se forca elektrolëvizore nuk është gjë tjetër veçse aftësia e një pile të caktuar për të çliruar në njësinë e kohës një sasi të caktuar energjie kimike dhe për ta shndërruar atë në lëvizje elektrike. Forca elektrolëvizore, ashtu sikurse edhe forca elektrike ndarëse më parë, na del këtu si një forcë që nuk ka asnjë fije energji. Pra, Videmani me

«forcë elektrolëvizore» kupton dy gjëra krejt të ndryshme: nga njëra anë, aftësinë e këtij ose asaj pile për të çliruar një sasi të caktuar energjie kimike të dhënë dhe për ta shndërruar atë në lëvizje elektrike e, nga ana tjetër, vetë sasinë e lëvizjes elektrike të prodhuar. Fakti se ato janë në përpjesëtim me njëra-tjetrën dhe se njëra shërben si masë e tjetrës nuk e zhduk aspak ndryshimin midis tyre. Veprimi kimik në pilë, sasia e elektricitetit të prodhuar dhe nxehtësia që lind prej këtij të fundit në qarkun e mbyllur (në qoftë se, përveç kësaj, nuk është bërë asnjë punë) janë më se të përpjesshme midis tyre: ato janë ekuivalente; por kjo nuk e cënon aspak ndryshimin që ekziston midis tyre. Aftësia e një makine avulli me cilindër të një diametri të caktuar dhe me një hap të caktuar pistoni, për të prodhuar një sasi të caktuar lëvizjeje mekanike prej nxehtësisë që i jepet, megjithëse është në përpjesëtim me vetë këtë lëvizje mekanike, ndryshon shumë prej saj. Dhe në qoftë se kjo mënyrë shprehjeje edhe mund të durohej në kohën kur në shkencat e natyrës nuk bëhej fjalë për ruajtjen e energjisë, është e qartë se, qysh atëherë kur u njoh ky ligj themelor, nuk duhet të ngatërrohet më energjia e gjallë reale e çfarëdo forme me aftësinë e një aparati çfarëdo për t'i dhënë këtë formë energjisë së çliruar. Ky ngatërrim është një plotësim i natyrshëm i ngatërrimit të forcës me energjinë në rastin e forcës elektrike ndarëse; në të dy këto ngatërrime mbështetet zgjidhja harmonike e të tria shpjegimeve krejt kontradiktore të rrymës që jep Videmani, dhe pikërisht ato qëndrojnë në fund të fundit në themel të të gjithë ngatërresës së tij teorike në lidhje me të ashtuquajturën «forcë elektrolëvizore».

Përveç veprimit reciprok karakteristik midis kimizmit dhe elektricitetit, që pamë më lart, ato kanë edhe një veti tjetër të përbashkët, që tregon gjithashtu se këto dy forma lëvizjeje kanë një aferi më të ngushtë. Që të dyja këto forma mund të ekzistojnë vetëm në një mënyrë të tillë që të

zhduken. Procesi kimik i çdo grupi atomesh që hyn në të kryhet në çast. Ai mund të zgjatet vetëm po të ketë material të ri që të hyjë vazhdimisht në të. E njëjta gjë ndodh edhe me lëvizjen elektrike. Me të lindur nga ndonjë formë tjetër lëvizjeje, ajo shndërrohet përsëri në një formë të tretë lëvizjeje; vetëm duke i dhënë vazhdimisht energji mund të prodhohet një rrymë e vazhdueshme, në të cilën në çdo çast sasi të reja lëvizjeje *[Bewegungsmengen]* marrin dhe e humbin përsëri formën e elektricitetit.

Të kuptuarit e kësaj lidhjeje të ngushtë midis veprimit kimik dhe atij elektrik, e anasjelltas, do të çojë në rezultate të rëndësishme në të dyja këto fusha studimi. Ai po përfshin rrethe gjithnjë më të gjera. Midis kimistëve, Lotar Mejeri, e pas tij edhe Kekuleja kanë shprehur mendimin se së shpejti duhet të ringjallet teoria elektrokimike në një formë të përtërirë. Edhe midis fizikanëve që merren me studimin e elektricitetit, siç e tregojnë veçanërisht punimet e fundit të F. Kolraushit, me sa duket, po fillon të përhapet, më në fund, bindja se vetëm një studim më i kujdesshëm i proceseve kimike në pilë dhe në enën elektrolitike mund ta nxjerrë shkencën e tyre nga rruga pa krye e traditave të vjetra.

Dhe me të vërtetë, mund të quhet si diçka e padiskutueshme se teoria e galvanizmit, e pas saj edhe teoria e magnetizmit dhe e elektricitetit statik, mund të vihen mbi një bazë të shëndoshë vetëm me një rishikim të përgjithshëm të saktë nga pikëpamja kimike të të gjitha eksperimenteve të pakontrolluara të trashëguara nga e kaluara, që janë kryer duke u mbështetur në një pikëpamje të hedhur poshtë tashmë nga shkenca, — me kusht që të vrojtohen e të konstatohen me kujdes shndërrimet e energjisë që ndodhin këtu, duke lënë mënjanë përkohësisht të gjitha konceptet teorike tradicionale mbi elektricitetin.

ROLI I PUNËS NË PROCESIN E SHNDËRRIMIT TË MAJMUNIT NË NJERI[114]

Puna është burimi i çdo pasurie, thonë studiuesit e ekonomisë politike. Ajo është me të vërtetë një burim i tillë bashkë me natyrën, që i jep punës materialin, të cilin ajo e shndërron në pasuri. Por puna është diçka shumë më tepër se kaq. Ajo është kushti i parë kryesor i të gjithë jetës njerëzore, e madje në një shkallë të tillë, saqë ne, në njëfarë kuptimi, duhet të themi: puna ka krijuar vetë njeriun.

Qindra mijëra vjet më parë, në një periudhë që ende nuk mund të llogaritet me saktësi dhe që i përket asaj epoke të zhvillimit të Tokës, të cilën gjeologët e quajnë terciare, ndoshta nga fundi i kësaj periudhe, rronte diku në brezin e nxehtë — ka shumë të ngjarë në një kontinent të gjerë, që ndodhet sot i fundosur në Oqeanin Indian, — një racë majmunësh antropomorfë jashtëzakonisht e zhvilluar. Darvini na ka dhënë një përshkrim të përafërt të këtyre të parëve tanë. Ata ishin krejt të mbuluar me qime, kishin mjekër e veshë me majë të stërholluar dhe jetonin në tufa mbi pemë[115].

Duhet menduar se nën ndikimin në radhë të parë të mënyrës së jetesës së tyre, e cila kërkonte që duart gjatë kacavjerrjes nëpër pemë të kryenin funksione të ndryshme nga ato të këmbëve, këta majmunë u çmësuan t'i përdornin duart për të ecur në tokë dhe nisën të përvetësonin gjithnjë më tepër të ecurit në pozicion të drejtë.